

IMPROVING SOUND QUALITY OF ESTABLISHED LOW BIT-RATE AUDIO CODING SYSTEMS WITHOUT LOSS OF DECODER COMPATIBILITY

Publication number: JP2003502704 (T)

Publication date: 2003-01-21

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:






- international: **G10L19/00; G10L13/00; G10L21/02; H03M7/00; H04B14/04; G10L19/00; G10L13/00; G10L21/00; H03M7/00; H04B14/04; (IPC1-7): G10L19/00; G10L13/00; H03M7/00**

- European: **G10L21/02A4E; G10L19/00M; G11B20/10C; G11B20/12D; G11B27/30C; H04B14/04D**

Application number: JP20010505004T 20000619

Priority number(s): US19990337405 19990621; WO2000US16681 20000619

Also published as:

 JP4204227 (B2)
 WO0079520 (A1)
 US6226616 (B1)
 TW565826 (B)
 JP2008020931 (A)

more >>

Abstract not available for JP 2003502704 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 0079520 (A1)**

A multi-channel audio compression technology is presented that extends the range of sampling frequencies compared to existing technologies and/or lowers the noise floor while remaining compatible with those earlier generation technologies. The high-sampling frequency multi-channel audio (12) is decomposed into core audio up to the existing sampling frequencies and a difference signal up to the sampling frequencies of the next generation technologies. The core audio is encoded (18) using the first generation technology such as DTS, DOLBY AC-3 or MPEG I or MPEG II such that the encoded core bit stream (20) is fully compatible with a comparable decoder in the market. The difference signal (34) is encoded (36) using technologies that extend the sampling frequency and/or improve the quality of the core audio. The compressed difference signal (38) is attached as an extension to the core bit stream (20). The extension data will be ignored by the first generation decoders but can be decoded by the second generation decoders. By summing the decoded core and extension audio signals together (28), a second generation decoder can effectively extend the audio signal bandwidth and/or improve the signal to noise ratio beyond that available through the core decoder alone.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-502704

(P2003-502704A)

(43) 公表日 平成15年1月21日 (2003.1.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 1 0 L 19/00

H 0 3 M 7/00

5 D 0 4 5

13/00

G 1 0 L 9/18

M 5 J 0 6 4

H 0 3 M 7/00

7/02

D

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 85 頁)

(21) 出願番号 特願2001-505004(P2001-505004)

(86) (22) 出願日 平成12年6月19日 (2000.6.19)

(85) 翻訳文提出日 平成13年12月21日 (2001.12.21)

(86) 国際出願番号 PCT/US 00/16681

(87) 国際公開番号 WO 00/079520

(87) 国際公開日 平成12年12月28日 (2000.12.28)

(31) 優先権主張番号 09/337, 405

(32) 優先日 平成11年6月21日 (1999.6.21)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 デジタル・シアター・システムズ・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国カリフォルニア州91301,
アゴウラ・ヒルズ, クレイトン・ドライブ
5171(72) 発明者 ユー, ユーリ
アメリカ合衆国カリフォルニア州91360-
4030, サウザンド・オウクス, セント・チ
ャールズ・ドライブ 889, ナンバー4

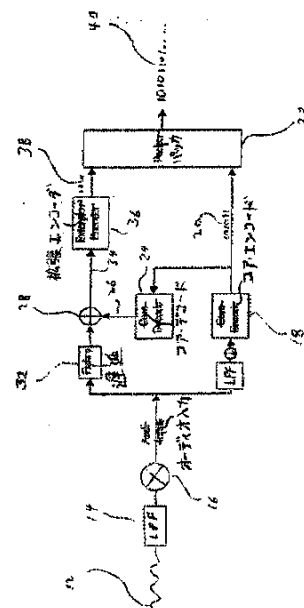
(74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デコーダの互換性を失わない確立済み低ビット・レートのオーディオ・コード化システムの音質の改善

(57) 【要約】

従来技術との互換性を保ち、サンプリング周波数範囲を拡張し、ノイズフロアを下げる多チャネルオーディオ圧縮技術を示す。高サンプリング周波数の多チャネルオーディオを、既存のサンプリング周波数までのコアオーディオと新技術のサンプリング周波数までの差信号とに分ける。コアオーディオはDTS、ドルビAC3、MPEG IおよびII等の従来技術でエンコードし、エンコードしたコアビットストリームをそれらデコーダに適合させる。差信号は、サンプリング周波数を拡張し、コアオーディオ品質を改善する技術でコード化する。圧縮した差信号をコアビットストリームの拡張として付加する。第1世代デコーダは拡張データを無視するが、第2世代デコーダはデコードする。デコードされたコアと拡張のオーディオ信号の加算により、第2世代デコーダは、コアデコーダのみの使用の場合よりもオーディオ信号バンド幅を拡張し、信号対雑音比を改善する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 既知のサンプリング・レートでサンプリングされ、オーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

前記デジタル・オーディオ信号からコア信号を抽出してコア・ビットにコード化するコア・エンコーダ（18）と、

再構築されたコア信号と前記デジタル・オーディオ信号から差信号を形成する加算（28）ノードと、

前記差信号を拡張ビットにエンコードする拡張エンコーダ（36）と
を備えるマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項2】 前記コア・エンコーダおよび前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、更に、前記コア・ビットをデコードしてコード化エラーを有する前記再構築されたコア信号を形成するコア・デコーダ（24）を備え、このコア信号が前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項3】 前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅と等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅よりも小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングして、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーション・ローパス・フィルタ（LPF）（140、202）と、

フィルタリングされた前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートがコア・エンコーダに整合する前記コア信号を抽出するデシメータ（142、204）と、

前記コア・ビットをデコードして前記再構築されたコア信号を形成するコア・

デコーダ(24)と、

前記再構築されたコア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング速度にアップサンプリングする補間器(116)と、

前記アップサンプリングされた再構築されコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去する補間LPF(118)であって、フィルタリングされた前記信号が前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、補間LPFと

を更に備える請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項4】 前記コア・ビットが、前記再構築されたコア信号に関してそのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたって前記ノイズ・フロアを更に精製し、前記拡張エンコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に対するノイズ・フロアを定義する、請求項3に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項5】 前記コア・ビットが、前記再構築されたコア信号に関してそのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが、前記デシメーションLPFの遷移帯域幅付近およびそれを超える周波数で割り振られ、前記拡張エンコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する、請求項3に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項6】 前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅と等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅より小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングして、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーション・ローパス・フィルタ(LPF)(140、202)であって、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅のあたりに遷移帯域幅を有するデシメーション・ローパス・フィルタと、

フィルタリングされた前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリン

グ・レートが前記コア・エンコーダに整合するコア信号を抽出するデシメータ（142、204）と、

前記コア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングして前記再構築されたコア信号を形成する補間器（116）と、

前記アップサンプリングされた再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去する補間LPF（118）であって、フィルタリングされた前記信号は、前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、補間LPF（118）とを更に備え、

前記拡張コーダが、前記エンコードされた信号の周波数範囲を拡張するために前記遷移帯域幅内およびそれを超える帯域幅でビットを割り振る、

請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項7】 前記コア・エンコーダが既知の遅延を有し、

前記デジタル・オーディオ信号と前記再構築されたコア信号を時間的に整合させる第1の遅延（112）であって、前記加算ノードが時間領域で前記差信号を形成する、第1の遅延（112）

を更に備える請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項8】 前記コア・ビットと前記拡張ビットとを時間シフトして互換性のあるデコーダでの時間的整合を維持する第2の遅延（121）を更に備える請求項7に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項9】 前記拡張エンコーダが、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたり前記コア・エンコーダと整合し、前記加算ノードが、前記拡張コーダ内に存在し、前記差信号を変換領域内または副帯域領域内で形成する、請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項10】 前記コア・エンコーダが、前記コア信号をN個の副帯域に分解するN帯域フィルタ・バンク（208）と、前記コア・ビットを生成するN副帯域コーダ（206、210）と、N副帯域サンプルを再構築するN副帯域デコーダ（212）とを備え、前記拡張エンコーダが、

前記デジタル・オーディオ信号を低部帯域および上部帯域に分割する2帯域フ

フィルタ・バンク(216)と、

前記低部帯域の前記デジタル・オーディオ信号をN個の副帯域に分解するコア・エンコーダのフィルタ・バンクと等価のN帯域フィルタ・バンク(218)であって、前記加算ノードが、再構築されたN副帯域サンプルを前記デジタル・オーディオ信号のN副帯域からそれぞれ減算してN個の差副帯域を形成するN副帯域ノードを含む、N帯域フィルタ・バンクと、

前記N個の差副帯域をコード化して低部帯域拡張ビットを形成するN副帯域コーダ(222)と、

前記上部帯域の前記デジタル・オーディオ信号をM個の副帯域に分解するM帯域フィルタ・バンク(226)と、

前記M個の副帯域をコード化して上部帯域拡張ビットを形成するM副帯域コーダ(228)と

を備える、請求項9に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項11】 前記コア・エンコーダが、前記コア信号をN個の副帯域に分解するN帯域フィルタ・バンク(208)と、前記コア・ビットを生成するN副帯域コーダ(206、210)と、N副帯域サンプルを再構築するN副帯域デコーダ(212)とを備え、前記拡張エンコーダが、

前記デジタル・オーディオ信号をN個の低部副帯域およびM個の上部副帯域に分解するL帯域フィルタ・バンク(250)であって、前記L帯域フィルタ・バンクのフィルタ特性が、前記N帯域フィルタ・バンクのフィルタ特性とそのN個の低部副帯域にわたって一致し、前記加算ノードは、前記デジタル・オーディオ信号のN個の副帯域から、再構築されたN副帯域サンプルをそれぞれ減算してN個の差副帯域を形成するN副帯域ノードを含む、L帯域フィルタ・バンクと、

前記N個の差副帯域をコード化して低部帯域拡張ビットを形成するN副帯域コーダ(222)と、

前記M個の副帯域をコード化して上部帯域拡張ビットを形成するM副帯域コーダ(228)と

を備える、請求項9に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項12】 コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび

前記拡張ビットをビット・ストリーム(40)にパックするパッカ(22)であって、前記ビット・ストリームが一連の同期されたフレーム(54)を含み、各フレームが、前記コア・ビット(61)を含むコア・フィールド(56)と、同期ワード(60)および拡張ビット(38)を含む拡張フィールド(58)とを有する、パッカを更に備える請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項13】 前記コア・フィールドが同期ワード(61)も含む、請求項12に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項14】 第2世代のオーディオ・デコーダで高品質の音の再生を提供しながらも、既存のベースの第1世代のオーディオ・デコーダとの互換性を維持するように、既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

エイリアシングの折り返しなしに前記デジタル・オーディオ信号からコア信号を抽出してコア・ビットにコード化するコア・エンコーダ(18)であって、前記第1世代のオーディオ・デコーダとコンパチブルのコア・エンコーダと、

再構築されたコア信号(26)および前記デジタル・オーディオ信号から差信号を形成する加算ノード(28)と、

前記差信号を拡張ビットにエンコードする拡張エンコーダ(36)と、

コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをビット・ストリームにパックするパッカ(22)であって、前記フォーマットにおいて、前記第1世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットを抽出およびデコードしてオーディオ信号を再生することができ、前記第2世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットおよび前記拡張ビットを抽出してより高品質のオーディオ信号を再生することができる、パッカと

を備えるマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項15】 前記コア・エンコーダおよび前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、更に、前記コア・ビ

ットをデコードし、再構築されたコア信号を形成する第1世代のオーディオ・デコーダを更に備え、このコア信号が前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、請求項14に記載のマルチチャンネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項16】 前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅よりも小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングして、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーション・ローパス・フィルタ(LPF)(140、202)と、

フィルタリングされた前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートがコア・エンコーダと整合する前記コア信号を抽出するデシメータ(142、204)と、

前記コア・ビットをデコードして、再構築されたコア信号を形成する第1世代のオーディオ・デコーダ(206)と、

前記再構築されたコア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングする補間器(116)と、

アップサンプリングされた前記再構築されたコア信号をフィルタリングし、補間エイリアシングを除去する補間LPF(118)であって、フィルタリングされた前記信号が前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、補間LPFと

を更に備える請求項14に記載のマルチチャンネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項17】 前記拡張エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・エンコーダが、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅よりも小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングして、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーション・ローパス・フィルタ(LPF)(140、202)であって、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅あたりで遷移帯域幅を有する、デシメーション・ローパス・フィルタと、

フィルタリングされた前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートがコア・エンコーダに一致するコア信号を抽出するデシメータ(142、204)と、

前記コア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングして、再構築されたコア信号を形成する補間器(116)と、

アップサンプリングされた前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去する補間LPF(118)であって、フィルタリングされた前記信号は、前記加算ノードで前記デジタル・オーディオ信号から減算されて前記差信号を形成する、補間LPFとを更に備え、

前記拡張コーダが、前記エンコードされた信号の周波数範囲を拡張するために前記遷移帯域幅内およびそれを超える帯域幅でビットを割り振る、

請求項14に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項18】 前記コア・エンコーダが既知の遅延を有し、

前記デジタル・オーディオ信号と前記再構築されたコア信号とを時間的に整合する第1の遅延(112)であって、前記加算ノードが時間領域において前記差信号を形成する、第1の遅延と、

前記コア・ビットと前記拡張ビットを時間シフトして、コンパチブルの第2世代のデコーダでの時間的整合を維持する第2の遅延(121)と

を更に備える請求項14に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項19】 前記拡張エンコーダが、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたって前記コア・エンコーダと整合し、前記加算ノードが、前記拡張コーダ内に存在し、前記差信号を変換領域または副帯域領域において形成する、請求項14に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項20】 各オーディオ・チャンネルが既知のサンプリング・レートでサンプリングされ、オーディオ帯域幅を有する、ビット・ストリーム(40)から複数のオーディオ・チャンネルを再構築するためのマルチチャンネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダであって、

一度に1つのフレーム(54)ずつビット・ストリームを読み込んで記憶するアンパッカ(66)であって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(20)を有するコア・フィールド(56)と、同期ワード(60)および拡張ビット(38)を有する拡張フィールド(58)とを含むものであり、前記コア・ビットを抽出し、前記同期ワードを検出して、前記拡張ビットを抽出して分離するアンパッカと、

前記コア・ビットをデコードして、再構築されたコア信号を形成するコア・デコーダ(68)と、

前記拡張ビットをデコードして、再構築された差信号を形成する拡張デコーダ(70)と、

再構築された前記コア・オーディオ信号に前記差オーディオ信号を加算して、前記再構築されたコア信号の忠実度を向上させる加算ノード(74)と

を備えるマルチチャンネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダ。

【請求項21】 前記コア・デコーダと前記拡張デコーダが等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記再構築されたコア信号への前記差信号の加算がそのノイズ・フロアを低下させるようにする、請求項20に記載のマルチチャンネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダ。

【請求項22】 前記拡張エンコーダが前記コア・エンコーダよりも大きいサンプリング・レートとオーディオ帯域幅を有し、

前記再構築されたコア信号を前記拡張エンコーダの前記サンプリング・レートにアップサンプリングする補間器(130)と、

アップサンプリングされた前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを減衰させるローパス・フィルタ(132)とを更に備え、

これにより、前記再構築されたコア信号に対する前記再構築された差オーディオ

オ信号の加算によりそのオーディオ帯域幅が拡張される、

請求項20に記載のマルチチャネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダ。

【請求項23】 各オーディオ・チャネルが既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有する、ビット・ストリーム(40)から複数のオーディオ・チャネルを再構築するためのマルチチャネル・オープンボックス・オーディオ・デコーダであって、

一度に1つのフレーム(54)ずつビット・ストリームを読み込み記憶するアンパッカ(230)であって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(61)を有するコア・フィールド(56)と、同期ワードおよび拡張ビットを有する拡張フィールド(58)とを含み、前記コア・ビットを抽出し、前記同期ワード(60)を検出して、その拡張ビットを抽出して分離するアンパッカ(230)と、

前記コア・ビットをNコア副帯域信号にデコードするNコア副帯域デコーダ(232)と、

前記拡張ビットを低部N拡張副帯域信号にデコードするN拡張副帯域デコーダ(240)と、

前記拡張ビットを上部M拡張副帯域信号にデコードするM拡張副帯域デコーダ(244)と、

前記Nコア副帯域信号を前記それぞれのN拡張副帯域信号に加算してN合成副帯域信号を形成するN加算ノードと、

前記N合成副帯域信号と前記M拡張副帯域信号を合成してマルチチャネル・オーディオ信号を再生するフィルタ(242、246、248)と

を備えるオーディオ・デコーダ。

【請求項24】 前記フィルタは、低部N帯域が前記Nコア副帯域デコーダとコンパチブルである単一のM+N帯域フィルタバンク(242)である、請求項23に記載のマルチチャネル・オーディオ・デコーダ。

【請求項25】 前記フィルタが、

前記Nコア副帯域デコーダとコンパチブルであり、前記N合成副帯域信号を合

成するN帯域フィルタ・バンクと、

前記M拡張副帯域信号を合成するM帯域フィルタ・バンク(246)と、

前記N帯域フィルタ・バンクと前記M帯域フィルタ・バンクの出力を組み合わせる前記マルチチャネル・オーディオ信号を再構築する2帯域フィルタ・バンク(248)と

を備える、請求項23に記載のマルチチャネル・オーディオ・デコーダ。

【請求項26】 ポータブルの機械読み取り可能な記憶媒体と、

前記記憶媒体に書き込まれたマルチチャネル・オーディオ信号を表すデジタル・ビット・ストリーム(40)であって、一連の同期されたフレーム(54)を含み、前記フレームの各々が、コア・ビット(20)を有するコア・フィールド(56)と、同期ワード(60)および拡張ビット(38)を有する拡張フィールド(58)とを含む、デジタル・ビット・ストリームと

を備える製品。

【請求項27】 前記マルチチャネル・オーディオ信号が、前記記憶媒体に書き込まれた唯一の前記デジタル・ビット・ストリームによって表される、請求項26に記載の製品。

【請求項28】 前記マルチチャネル・オーディオ信号が既知のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・ビットがその帯域幅にわたって前記オーディオ信号を再構築するためのノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが前記ノイズ・フロアを低下させる、請求項26に記載の製品。

【請求項29】 前記マルチチャネル・オーディオ信号が、既知のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有し、前記コア・ビットが、その帯域幅にわたって、再構築されたコア信号に関するノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが前記拡張エンコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する、請求項26に記載の製品。

【請求項30】 前記拡張ビットが、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを更に改善する、請求項29に記載の製品。

【請求項31】 或るオーディオ帯域幅およびサンプル分解能までコア信号を再構築できる第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースと、より大きな

オーディオ帯域幅を有する第2世代のオーディオ・デコーダの発展したベースとともに使用する製品であって、

前記第1世代のオーディオ・デコーダおよび前記第2世代のオーディオ・デコーダとともに使用するポータブルの機械読み取り可能な記憶媒体と、

コア・プラス拡張フォーマットで前記記憶媒体に書き込まれたマルチチャネル・オーディオ信号を表す単一デジタル・ビット・ストリーム(40)であって、一連の同期されたフレーム(54)を含み、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(20)の直前にコア同期ワード(61)を有するコア・フィールド(56)と、拡張ビット(38)の直前に拡張同期ワード(60)を有する拡張フィールド(58)とを含む、ビット・ストリームと、

前記第1世代のオーディオ・デコーダのオーディオ帯域幅にわたって再構築されたコア信号に関するノイズ・フロアを定義する前記一連のコア・ビットと、

前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを更に改善し、前記第2世代のオーディオ・デコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する前記一連の拡張ビットと、

を備える製品。

【請求項32】 一連の同期されたフレームを含む搬送波で実施されるデジタル・オーディオ信号であって、前記フレームのそれぞれが、或るオーディオ帯域幅およびあるサンプル分解能までのコア信号を表すコア・ビットを有するコア・フィールドと、前記オーディオ帯域幅を拡張しかつ／または前記コア信号の前記サンプル分解能を高める拡張オーディオ信号を表す拡張ビットおよび拡張同期ワードを有する拡張フィールドとを備える、デジタル・オーディオ信号。

【請求項33】 前記デジタル・オーディオ信号が唯一の前記一連の同期されたフレームを含む、請求項32に記載のデジタル・オーディオ信号。

【請求項34】 前記コア・フィールドの各々がコア同期ワードを含む、請求項32に記載のデジタル・オーディオ信号。

【請求項35】 入力シリアル・ポートおよび出力シリアル・ポートを有するプロセッサ(180、182)と、

ビット・ストリーム・データをシーケンスで受信する受信機(188)であっ

て、各前記フレームが、コア・ビットを有するコア・フィールドと、同期ワードおよび拡張ビットを有する拡張フィールドとを含むものであり、前記ビット・ストリーム・データを前記第1のプロセッサの前記入力シリアル・ポートへ送り込むのに適切なシリアル・データ・フォーマットに変換する受信機と、

前記第1のプロセッサの出力シリアル・ポートからオーディオ信号を受信し、それを複数のオーディオ・チャンネルに向けて送ることに適合した複数の送信器（190a、b、c）と

を備え、

前記プロセッサが前記コア・ビット（20）をデコードしてコア・オーディオ信号を再構築し、前記拡張ビット（38）をデコードして差オーディオ信号を再構築し、前記差オーディオ信号を前記コア・オーディオ信号に加算してその忠実度を高め、それを複数のオーディオ信号への分配のために前記出力シリアル・ポート（192）に渡す、

マルチチャンネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダ。

【請求項36】 前記プロセッサが、第1のプロセッサ（180）および第2のプロセッサ（182）ならびにこれらの間でオーディオ・データを交換する共有バス（194）を備え、前記第1のプロセッサは、前記コア・ビットをデコードして前記コア・オーディオ信号を再構築し、前記第2のプロセッサは、前記拡張ビットをデコードして前記差オーディオ信号を再構築し、それを前記コア・オーディオに加算し、その加算したオーディオ信号を前記プロセッサの出力シリアル・ポートへ戻す、請求項35に記載のマルチチャンネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダ。

【請求項37】 第2世代のオーディオ・デコーダによる高品質のサウンド再生を提供しながらも、第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースとのコンパチビリティを維持する、既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するマルチチャンネル・デジタル・オーディオ信号をエンコードする方法であって、

前記デジタル・オーディオ信号からコア信号を抽出するステップと、

前記第1世代のオーディオ・デコーダと適合する形で、エイリアシング折り返

し無しに前記コア信号をコア・ビットにエンコードするステップと、

再構築されたコア信号および前記デジタル・オーディオ信号から差信号を形成するステップと、

前記差信号を拡張ビットにエンコードするステップと、

コア・プラス拡張フォーマットでビット・ストリームに前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをパックするステップであって、前記第1世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットを抽出しデコードしてオーディオ信号を再生することができ、前記第2世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットならびに前記拡張ビットを抽出して高品質のオーディオ信号を再生することができるようにする、ステップと

を備えるエンコード方法。

【請求項38】 前記コア信号および前記差信号が、前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅でエンコードされるものであり、第1世代のオーディオ・デコーダを使用してコア・ビットをデコードしてコード化エラーを有する再構築されたコア信号を形成し、これを前記デジタル・オーディオ信号から減算して前記差信号を形成するステップを更に備える、請求項37に記載のエンコード方法。

【請求項39】 前記差信号が、前記デジタル・オーディオ信号の拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅に等しい拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅でエンコードされ、前記コア信号が、前記デジタル・オーディオ信号のコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅より小さいコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅でエンコードされ、

前記デジタル・オーディオ信号をローパス・フィルタリングし、前記コア・オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するステップと、

フィルタリングした前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートが前記コア・サンプリング・レートに一致する前記コア信号を抽出するステップと、

第1世代のオーディオ・デコーダを使用して前記コア・ビットをデコードし、前記再構築されたコア信号を形成するステップと、

前記再構築されたコア信号を前記拡張サンプリング・レートにアップサンプリングするステップと、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をローパス・フィルタリングして補間エイリアシングを除去するステップであって、前記フィルタリングした信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して前記差信号を形成する、ステップと

を備える請求項37に記載のエンコード方法。

【請求項40】 前記差信号が、前記デジタル・オーディオ信号の拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅に等しい拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅でエンコードされ、前記コア信号が、前記デジタル・オーディオ信号のコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅よりも小さいコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅でエンコードされ、

前記デジタル・オーディオ信号をローパス・フィルタリングして前記コア・オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するステップであって、前記のフィルタリングは、前記コア・オーディオ帯域幅のあたりで遷移帯域幅を示す、ステップと、

フィルタリングした前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートが前記コア・サンプリング・レートに一致する前記コア信号を抽出するステップと、

前記コア信号を前記拡張サンプリング・レートにアップサンプリングして前記再構築されたコア信号を形成するステップと、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去するステップであって、フィルタリングされた前記信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して前記差信号を形成する、ステップと

エンコードされた前記信号の周波数範囲を拡張するために前記差信号をエンコ

ードするために前記遷移帯域幅以上の拡張ビットを割り振るステップと
を更に備える請求項37に記載のエンコード方法。

【請求項41】 前記コア信号のエンコードにおいて既知の遅延が存在する
ものであり、

前記デジタル・オーディオ信号を前記コア信号と時間的に整合するように遅延
させるステップと、

差信号を時間領域において形成するステップと、

前記コア・ビットおよび前記拡張ビットを遅延させ、互換性のある第2世代デ
コーダでの時間的な整合を維持するステップと

を更に備える請求項37に記載のエンコード方法。

【請求項42】 前記コア信号および前記差信号が、変換コード化技法また
は副帯域コード化技法を使用してエンコードされ、前記差信号の前記コード化が
、前記コア・オーディオ帯域幅にわたって前記コア信号の前記コード化と一致し
、前記差信号が、変換または副帯域領域において形成される、請求項37に記載
のエンコード方法。

【請求項43】 マルチチャネル・オーディオ信号を再構築する方法であっ
て、

一連のエンコードされたフレーム(54)を受信するステップであって、前記
フレームのそれぞれが、コア・ビット(20)の直前にコア同期ワード(61)
を有するコア・フィールド(56)と、拡張ビット(38)の直前に拡張同期ワ
ード(60)を有する拡張フィールド(58)とを含むものであるステップを備
え、該ステップが、

前記コア同期ワードを検出して、そのコア・ビットを抽出し、それをコア信号
にデコードするステップと、

前記拡張同期ワードを無視し、それにより、その拡張ビットを無視するステッ
プと、

再構築された前記コア信号を再構築された前記マルチチャネル・オーディオ信
号として出力するステップと

を備える方法。

【請求項44】 マルチチャネル・オーディオ信号を再構築する方法であって、

一連のコード化されたフレーム(54)を受信するステップであって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(20)の直前にコア同期ワード(61)を有するコア・フィールド(56)と、拡張ビット(38)の直前に拡張同期ワード(60)を有する拡張フィールド(58)とを含むものであるステップを備え、該ステップが、

前記コア同期ワードを検出し、そのコア・ビットを抽出し、それを再構築されたコア信号にデコードするステップと、

前記拡張同期ワードを検出し、その拡張ビットを抽出し、それを再構築された差信号にデコードするステップと、

前記再構築されたコア信号および前記再構築された差信号を加算して前記マルチチャネル・オーディオ信号を再構築するステップと

を備える方法。

【請求項45】 前記拡張ビットが、前記コア・ビットよりも大きいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅でデコードされるものであり、

前記再構築されたコア信号を前記再構築された差信号のサンプリング・レートにアップサンプリングするステップと、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をローパス・フィルタリングして補間エイリアシングを減衰させるステップであって、前記コア信号と前記差信号の加算が、前記コア信号の前記オーディオ帯域幅を拡張する、ステップとを更に備える請求項44に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の背景

発明の分野

本発明は、低ビット・レート・オーディオ・コード化システムに関し、より詳細には、デコーダの互換性（コンパチビリティ）を失うことなく、確立された低ビット・レートのオーディオ・コード化システムの音質を向上させる方法に関する。

【0002】

関連技術の説明

多くの低ビット・レートのオーディオ・コード化システムが、現在、多種多様な消費者向けおよびプロフェッショナル用のオーディオ再生製品およびオーディオ再生サービスで使用されている。例えば、Dolby AC3 (R) (Dolby (R) デジタル) オーディオ・コード化システムは、最高で640キロ・ビット/秒までのビット・レートを使用してLaser Disc (レーザ・ディスク)、NTSCコード化DVDビデオ、およびATVのためのステレオおよび5.1チャンネル・オーディオ・サウンド・トラックをコード化するための世界的標準である。MPEG I オーディオ・コード化標準およびMPEG II オーディオ・コード化標準は、768キロ・ビット/秒までのビット・レートで、PALコード化されたDVDビデオ、欧州での地上デジタル無線放送、および米国での衛星放送のためのステレオおよびマルチチャンネル・サウンド・トラックのコード化のために、広く使用されている。DTS (Digital Theater Systems (デジタル・シアター・システムズ)) Coherent Acoustics (コヒーレント・アコースティック) オーディオ・コード化システムは、コンパクト・ディスク、DVDビデオ、およびレーザ・ディスクならびに1536キロ・ビット/秒までのビット・レートの、スタジオ品質の5.1チャンネル・オーディオ・サウンド・トラックにしばしば使用されている。

【0003】

これらのシステムが抱える大きな問題は、より高いPCMサンプリング周波数

、PCMワード長、また、より高いシステム・ビット・レートに対応するようにそれらを容易にアップグレードできないという点で、それらの設計が柔軟性を欠いていることである。これは、音楽業界や映画業界が44.1kHzサンプリング周波数および16ビットワード長という古いコンパクト・ディスク・デジタル・オーディオ・フォーマットを捨て、96kHzサンプリング周波数および24ビット・ワード長という新しいDVDオーディオPCMマスタリング・フォーマットを採用するように移行するにつれ、今後、重要な問題となる。

【0004】

この結果、AC-3、MPEG、およびDTSなどの既存のオーディオ・エンコード・システムを使用するオーディオ・デリバリ (delivery) は、このより高い信号忠実度の利点を消費者に渡すことができるように適応しなければならない。残念ながら、これらのデコーダ機能を実装するオーディオ・デコーダ処理チップ (DSP) の大きな取り付け済みベースが、既に既存の消費者ベース内に常駐している。これらのデコーダは、増加するサンプリング速度、ワード・サイズ、またはビット・レートに対応するように容易にアップグレードすることができない。従って、これらの媒体を介して商品を販売する音楽コンテンツおよび映画コンテンツのプロバイダは、古い標準に準拠するコード化オーディオ・ストリームを供給し続けるのを余儀なくされることになる。これは、将来、DVDオーディオ、ATV、衛星無線などのデリバリ媒体が、それぞれが異なる標準に準拠する複数のビット・ストリームを送り出すのを余儀なくされる可能性があることを意味する。例えば、1つのストリームは、既存の再生システムの所有者が標準オーディオ・トラックを受信してそれを再生することができるようにするために含まれ、他方、第2のストリームも、新しい機器の所有者が96kHz/24ビットPCM形式を使用してコード化されたオーディオ・トラックを再生して本質的に高い忠実度を利用できるようにするために含まれることになろう。

【0005】

このデリバリの方法の抱える問題は、再生媒体の多くが、追加のオーディオ・ストリームを送るのに必要な追加の帯域幅またはチャネル容量を備える余裕がないことである。この追加のビット・ストリーム (例えば、96kHz/24ビット

トをサポートするもの)のビット・レートは、古いフォーマットをサポートするものに少なくとも等しいか、またはそれより高いことになる。従って、ビット・レートは、2つまたはそれより多くのオーディオ標準をサポートするためには、恐らく2倍またはそれより高くなる。

【0006】

発明の概要

前述の問題を鑑みて、本発明は、複製オーディオ・データを送らなければならないことを回避しながらも、周波数範囲を拡張し、ノイズ・フロアを低下させ、従って、PCMサンプリング周波数、ワード長、およびコード化ビット・レートの変化により効率良く対応するコード化方法を提供する。

【0007】

これは、従来のオーディオ・コード化アルゴリズムが「コア」オーディオ・データを構成して変更されないままである、「コア」プラス「拡張(エクステンション)」コード化方法を使用して実現される。より高いオーディオ周波数(より高いサンプリング速度の場合)またはより高いサンプル分解能(より長いワード長の場合)、あるいはその両方を表すのに必要なオーディオ・データが、「拡張」ストリームとして伝送される。これにより、オーディオ・コンテンツ・プロバイダは、消費者の機器ベース内に在る異なる型のデコーダと適合する単一のオーディオ・ビット・ストリームを含めることができる。コア・ストリームは、拡張データを無視する古いデコーダによってデコードされ、より新しいデコーダは、コア・データ・ストリームと拡張データ・ストリームの両方を使用して、より高い品質の音の再生をもたらす。

【0008】

このシステムの重要な特徴は、拡張データが、再構築コア信号(エンコード/デコードされる、および/またはダウンサンプリング/アップサンプリングされる)を、元の「高忠実度」入力信号から減算することによって生成されることである。得られた差信号をエンコードして拡張ストリームが生成される。この技法を使用すると、コア信号や拡張信号へのフォールドバック・エイリアシングが回避される。従って、コア・オーディオの品質は、拡張ストリームを含めることに

よって影響を受けない。このシステムがその最も基本的なモードで動作するためには、コア・コードの待ち時間、つまり遅延が知られているだけでよい。従って、この方法は、コードの内部アルゴリズムまたはその実装形態の詳細の知識がなくても、どのオーディオ・コード化システムにもうまく適用することができる。ただし、このシステムは、コア信号の周波数範囲でコア・コードに合うように拡張コードが設計されている場合には、より効率的に動作させることができる。

【0009】

本発明のこれらおよびその他の特徴および利点は、添付の図面と実施形態の下記の詳細な説明から、当分野の技術者には明白となる。

【0010】

本発明の詳細な説明

本発明は、高忠実度信号をコード化するための「コア」プラス「拡張」コード化方法を規定し、この方法により、オーディオ・コンテンツ・プロバイダは、消費者のベース内に在る異なる型のデコーダとコンパチブルの一つのオーディオ・ビット・ストリームを含めることができる。コア・ビット・ストリームは、拡張データを無視する古いデコーダによってデコードされることになり、他方、新しいデコーダは、コア・ストリームと拡張データ・ストリームとの両方を使用して高品質のサウンドの再生をもたらすことになる。この手法は、既存のデコーダを保つことを所望する既存の顧客のベースと、より高い忠実度の信号を再生できる新しいデコーダを購入することを所望する人々をともに満足させることになる。

【0011】

既存のデコーダと次世代のエンコーダとの互換性を維持することになる様式で高忠実度オーディオをエンコードするための本来の概念は、1996年5月2日出願され、DTS, Inc. (DTS社)に譲渡されている、スミス(Smyth)その他によるシリアル番号第08/642254号の「A MULTICHANNEL PREDICTIVE SUBBAND AUDIO CODER USING PSYCHOACOUSTIC ADAPTIVE BIT ALLOCATION IN FREQUENCY, TIME AND OVER THE MULTIPLE CHANNELS (周波数、時間におけるおよ

び複数チャネルにわたる音響心理学適応ビット割り当てを用いるマルチチャネル予測サブバンド・オーディオ・コーダ」によって紹介された。Smythその他のものの図4 aおよび図4 bに示されるとおり、オーディオ・スペクトルは、最初、256タップ2バンド・デシメーション・プレフィルタ・バンクを使用して分割されて、帯域（バンド）当り24kHzというオーディオ帯域幅をもたらす。ボトム・バンド（0～24kHz）は、32の一樣なバンドに分割されてエンコードされる。トップ・バンド（24～48kHz）は、8つの一樣なバンドに分割されてエンコードされる。

【0012】

エンコーダの動作を反映するように設計された新しいデコーダは、トップ（上部）・バンドとボトム（低部）・バンドをともにデコードし、次に、256タップ2バンド補間フィルタバンクを使用して高忠実度オーディオ信号を再構築する。システムは、所望に応じて、48kHzバンド幅全体にわたって単位利得周波数応答を示す。

【0013】

記載する高忠実度コード化技法に先立って存在していた古いデコーダは、ボトム・バンドだけをデコードして、ベースバンド・オーディオ信号を生成する。この意味で、このシステムは既存のデコーダとの互換性を維持するのである。ただし、本明細書の図1に示すとおり、2バンド・デシメーション・プレフィルタ・バンクの周波数応答6は、コアだけがデコードされる場合に24kHzあたりでエイリアシングの問題を生じさせる。ボトム・バンドおよびトップ・バンドの周波数応答8および10は、それぞれ、コア・プラス拡張コーダ（core plus extension coder）のための単位利得応答を提供するために、24kHzにおけるそのそれぞれの遷移領域内でクロスオーバーする。ただし、コアだけのデコーダでは、24kHzを超えるボトム・バンド周波数応答8の部分が、エイリアシングされて下げられる。この結果、再構築されたベースバンド・オーディオ信号は、古いベースバンドだけのコーデック・システムでは見られなかった程度の破損を有することになる。従って、このコード化システムは、既存のデコーダとは「真の」互換性を維持しない。更に、この手法は、何れの追加のビットもトップ・バン

ドに割り振られるように制約するものであり、これは多くの場合において最適ではない。

【0014】

一般化されたコア・プラス拡張フレームワーク

エンコードおよびデコードのための一般的プロセスを図2～図7に示す。拡張ビット・ストリーム（図2）を作成するために、アナログ・オーディオ12が、信号のバンド制限をするアナログ・アンチエイリアシングLPF14に送り込まれる。バンド制限された信号は、離散／デジタル・オーディオ信号16になるようにサンプリングされる。LPF14に関する遮断周波数は、ナイキスト基準を満たすためには、サンプリング・レートの1/2よりも低くなければならない。例えば、拡張された96kHzサンプリング・レートに対して、48kHz遮断が適切である。

【0015】

デジタル・オーディオ信号16がコア・エンコーダ18（AC3、MPEG、DTS等）に送り込まれ、特定のビット・レートでエンコードされる。オーディオ信号のサンプリング・レートおよびバンド幅は、いくつかの場合には、コア・エンコーダに整合するようにロー・パス・フィルタリングおよびダウンサンプリングを介して調整する必要がある。簡明にするため、図で示すオーディオ入力は、単一チャネルまたはマルチチャネルであると想定している。マルチチャネル入力の場合、減算および加算プロセスは、各チャネルごとに行われる。このコア・ビット・ストリーム20は、拡張データを生成するのに先立って、パッカ（packer）22に保持される。また、コア・ビット・ストリームも、既存の消費者向け再生機器内に在るデコーダと適合するコア・デコーダ24に送り込まれる。

【0016】

次に、結果的な再構築されたコア・オーディオ信号26が、元の入力信号16の遅延したもの30から減算される（28）。遅延32は、デコードされたコア・オーディオ信号と入力オーディオ信号との正確な時間的整合が実現されるように、コア・エンコーダ／デコーダの待ち時間の遅延と整合するようにされる。この時点で、この差信号34は、より高い分解能またはより高い周波数の、コア・

ビット・ストリーム20のコード化された信号にはない元の入力信号16内の成分を表す。次に、この差信号が、サブバンド（副帯域）・コード化または変換コード化などの標準コード化技法を適切に使用する拡張コーダ36によってエンコードされ、拡張ビット・ストリーム38を生成する。拡張ビット・ストリームおよびコア・ビット・ストリームは、時間的に整合され、多重化されて合成ストリーム40を形成する。あるいは、これらのストリームは、適用例に応じて、別個のストリームとして保持または伝送することが可能である。

【0017】

周波数スペクトルを拡張してノイズ・フロアを低下させるプロセスの背後にある概念を図3aおよび図3bに示している。図3aは、96kHzのサンプリングされたオーディオ入力信号の周波数スペクトル42のスナップ・ショットを示している。このオーディオは、明らかに48kHzまでの周波数成分を含んでいる。図3bのトレース44は、デシメーションおよびコア・エンコードの後の信号のスペクトルを示している。オーディオ周波数は、フィルタリングされて24kHzを超えるものが除去され、またサンプリング速度は、コア・コーダに整合するようにデシメータによって48kHzまで低下されている。トレース46は、拡張エンコーダに入る前の差信号のスペクトルを示している。明らかに、拡張コーダは、コア・コーダによって表されないスペクトルの部分、即ち、24kHzあたりの遷移バンド48および24kHzから48kHzまでの高周波数拡張50に対して、そのデータ・リソースを集中することができる。更に、残りのコア信号52にビットを割り振り、コア帯域幅のノイズ・フロアを低下させることができる。下記の特別なケースは、拡張ビットが、（1）コア信号の分解能を拡張するため、（2）信号のコア分解能と高周波数内容の両方を拡張するため、および（3）高周波数内容だけを拡張するために割り振られる適用例を、研究する。これらのそれぞれに関して、コード化システムは、コア・エンコード・システムと関連する遅延だけが知られていればよい「ブラック・ボックス」手法で、または特定のコア・コード化アーキテクチャを利用する「オープン・ボックス」手法で、構成されることが可能である。

【0018】

また、コアのみのデコーダとのバックワード・コンパチビリティを維持するために、コア・オーディオ・データ20および拡張オーディオ・データ38を搬送する単一の合成ビット・ストリーム40も、コア・プラス拡張の様式でフォーマットされる。そのようなビット・ストリームは、それぞれが2つのフィールド、コア・フィールド56および拡張フィールド58（図4参照）から成る一連の同期されたフレーム54である。コアだけのデコーダは、同期ワード（CORE__SYNC）61を検出し、コア・フィールド56のコア・ビット20をデコードしてコア・オーディオを生成し、次に、次のフレームの開始点にジャンプして次のフレームをデコードすることによって拡張フィールド58を無視する。ただし、拡張デコーダは、コア・ビットをデコードし、次に、拡張ビットに関する同期ワード（EXT__SYNC）60が存在するかどうかを検査することができる。存在しない場合、デコーダはコア・オーディオを出力して、次のフレームをデコードするために次のフレームの開始点へジャンプする。存在する場合は、デコーダは、拡張フィールド58の拡張ビット38をデコードして拡張オーディオを生成し、次に、それをコア・オーディオと組み合わせて高品質オーディオを生成する。コア・ビットは、そのバンド幅にわたり、再構築されたコア・オーディオ信号に対するノイズ・フロアを定義する。拡張ビットは、更に、コア帯域幅にわたってノイズ・フロアを洗練させ（低下させ）、オーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する。

【0019】

図5 aおよび図5 bに示すとおり、合成ビット・ストリーム40は、CD、デジタル・バーサタイル・ディスク（DVD）、または直接放送システムなどの伝送媒体上でエンコードされ、またはそれを介して放送される。図5 aに示すとおり、単一の合成ビット・ストリーム40が、よく知られた技法を使用してCD、DVD、またはその他のデジタル記憶デバイスなどのポータブルの機械読み取り可能な記録媒体62に書き込まれる。図5 bに示すとおり、合成ビット・ストリーム40は、搬送波64として実現され、次に、これが衛星、ケーブル、またはその他の遠隔通信システムを介して放送される。

【0020】

コア・ビット・ストリームおよび拡張ビット・ストリームをデコードするため(図6)、アンパッカ(unpacker)66が合成ビット・ストリーム40をアンパックし、コア・ビット・ストリーム20および拡張ビット・ストリーム38をそれぞれのデコーダ68および70へ向けて送る。次に、デコーダ72が出力74を加算して高忠実度オーディオ信号76を再構築する。再生デバイスがその中に拡張デコーダを有さない場合(古い機器ではそうであるように)、拡張ビット・ストリームは単に無視され、コア・ビット・ストリームがデコードされてコア品質のオーディオ信号を生成する。デコードの例では、コア・デコーダおよび拡張デコーダの遅延は同じであると想定している。後に扱うように、この遅延の差は、デコーダまたはエンコーダに追加の遅延段を加えることによって対処することができる。

【0021】

コア・プラス拡張コード化のトポロジの利点は図7に明らかに示され、図7では、複数トーン試験信号に応答するコアだけの周波数スペクトル78およびコア・プラス拡張の周波数スペクトル80をそれぞれ示している。この特定の適用例では、オーディオ・システムは、直流から24kHzまでのおよそ-100dBのノイズ・フロアを有するコアだけの再構築されたオーディオ信号を生成する。後に更に詳細に述べるように、このコアだけの応答は、古いシステムによって生成されたコアだけの信号よりもわずかにばかり良好であれ得る。なぜなら、古いシステムで使用するアナログ・アンチエイリアシング・フィルタと新しいコーダ内で使用されるデジタル・デシメーション・フィルタとでは違いがあるからである。これと比べて、オーディオ・システム(特別ケース番号2)は、コア信号のノイズ・フロアを約-160dBに低下させ、また約-60dBのノイズ・フロアで48kHzに信号バンド幅を拡張するコア・プラス拡張オーディオ信号を生成する。より高いノイズ・フロアは、耳の感度がそれほど良くない高い周波数では、より許容できることに留意されたい。

【0022】

高分解能拡張フレームワーク

図8aおよび図8bは、コア・プロセスのコード化分解能だけを向上させる、

即ち、出力オーディオ信号のバンド幅を拡張することなく、デコードされたオーディオ出力信号のコード化エラーを減少させるエンコードおよびデコード・プロセスを示している。既存のコード化スキーム（AC3、MPEG、DTS）のビット・レートは固定であるので、より高いコード化分解能が必要とされる場合、オーディオ信号をエンコードするのに全く異なる互換性のないコードの使用が、通常、必要とされる。

【0023】

現行のスキームでは、既存のコア・エンコーダ84を使用して、既存のデコーダのビット・レート制約（AC3の場合は640キロビット/秒となり、MPEGの場合は768キロビット/秒となり、DTSの場合は1536キロビット/秒となる）内で動作する可能な最高のコード化分解能を提供する。コード化分解能を更に高めるため、即ち、コード化エラーを減少させるために、コード化されたコア信号をデコードして（86）再構築コア信号を形成し、この再構築コア信号を入力信号から減算（88）する。この入力信号は、これらの信号の間で正確な時間的整合を実現するために遅延（90）させる。拡張エンコーダ82は、何らかの任意のコード化プロセスを使用して差信号をエンコードする。パッカ92は、前述のとおり、コア・ビットおよび拡張ビットを合成ビット・ストリームにパックする。この場合、サンプリング周波数およびオーディオ帯域幅のそれぞれは、拡張エンコーダ82およびコア・エンコーダ84の両方において同じである。高忠実度96kHz入力オーディオが提供される場合、それは、両方のコードに整合するようにローパス・フィルタリングし、ダウンサンプリングしなければならないことに留意されたい。

【0024】

図8bに示すとおり、信号をデコードするために、アンパッカ94は合成ビット・ストリームをアンパックし、コア・ビット・ストリームおよび拡張ビット・ストリームを別々のデコーダ・プロセス96および98へそれぞれ送り、それぞれの出力が一緒に加算される100。拡張デコーダが存在しない場合には、コア・デコーダの出力が直接に使用される。この例では、拡張ビット・ストリームは、出力オーディオ信号の信号対ノイズ比を向上させる機構とみなすことができる。

。つまり、拡張デコーダの出力を付加することにより、コード化ノイズ・フロアを低下させる。低下のレベルは、拡張ビット・ストリームに割り当てられるビット・レートに依存する。

【0025】

図9は、拡張コーダに入る前の差信号の周波数スペクトル102のスナップ・ショットを示している。コア・コード化プロセスは、0 kHzから24 kHzのバンド幅にわたってノイズ・フロアを生じさせるコード化エラーを有する。24 kHzちょうどでの大きな振幅エラーは、アンチエイリアシング・フィルタの遷移バンド幅に帰する。拡張コーダが、コード化エラーと遷移バンド幅エラーをともに減少させるために、その利用可能なビットを割り当てる。ほとんどの割り当てスキームは、全体の性能を最適化するため、遷移バンド幅などのような大きな誤差には多くのビットを割り振り、小さな誤差には少ないビットを割り振る。

【0026】

図10に示すように、ノイズ・フロアは、コアだけの周波数応答78の場合の-100 dBに対し、コア・プラス拡張応答104の場合の-160 dBといったように、相当に下方にシフトされており、また1536ビット/秒というコア・ビット・レートを2048ビット/秒に増加させ、拡張コーダに追加のビットを割り振ることにより、遷移バンドにわたって拡張されている。これらのビット・レートは、既存のDTSエンコーダ・システムで 사용할ことが可能なものの実施例に過ぎないことに留意されたい。-160 dBのノイズ・フロアは、他の入手できるコーダによっては実現不可能であり、オーディオ忠実度の相当な改善を表すものである。

【0027】

高周波数拡張フレームワーク

図11aおよび図11bは、コア・コード化システムによって表されない高周波数オーディオ情報を拡張ビット・ストリームが搬送するのを可能にするコード化フレームワークを記載している。この例では、デジタル・オーディオは、96 kHz周期を有する24ビットPCMサンプルによって表される。デジタル・オーディオは、まず、整数遅延を有する線形位相FIRフィルタ106を使用して

ローパス・フィルタリングし、24 kHzを超える信号成分を除去する。このデジタル・フィルタの遮断周波数は、既存のコアのためのオーディオ・コードのアナログ・アンチエイリアシング・フィルタと同じであることに留意されたい。デジタル・フィルタは、アナログ・フィルタより狭い遷移バンドを示すので、このコアだけの信号は、既存のシステムにおけるコアだけの信号より、実際に少し良好である。

【0028】

次に、このフィルタリングされた信号が、2でデシメート108され、実効48 kHzのサンプリングされた信号をもたらす。ダウン・サンプリングされた信号が、コア・エンコーダ110に通常の様式で送られ、その結果的なビット・ストリームが、ビット・ストリームを少なくとも1フレームだけ遅延させるフレーム・バッファ111へ入れられる。次に、この遅延されたビット・ストリームがパッカ112へ入れられる。また、ダウン・サンプリングされた信号はコア・デコーダ114にも送られ、コード化エラーを有する48 kHzのサンプリングされたデジタル・オーディオ・ストリームを再構築する。これを元の96 kHzの入力オーディオ信号から減算できるようにするには、まず、2倍にアップサンプリングし116、次に、ローパス・フィルタリングして補間エイリアシングを除去しなければならない。この場合も、このフィルタリングは、整数サンプル遅延を有する線形位相FIR118を使用して適切に実施される。従って、この信号は、やおも、コア・ビット・ストリームに保持されるオーディオ情報だけを搬送している。即ち、この信号は、24 kHzを超えるオーディオ周波数成分を全く含まない。次に、再構築されたコア信号が、入力信号122を遅延したもの(119)から減算(120)され、差信号を生じる。この差信号が遅延121を通過させられ、96 kHzサンプリング・エンコーダ123を使用してエンコードされて拡張ビット・ストリームを生成する。

【0029】

デコード・プロセスは、前述したものと同様である。図11bに示すように、アンパッカ124が、合成ビット・ストリームをアンパックして、コア・ビット・ストリームおよび拡張ビット・ストリームをそれぞれのデコーダ126および

128へ送る。拡張デコーダが存在しない場合、再構築されたオーディオは直接に出力される（図では24ビット48kHzのPCM）。拡張デコーダがプレーヤに常駐している場合、デコードされたコア・オーディオは、96kHzまでアップサンプリングされ（130）、ローパス・フィルタリングされ（132）、拡張デコーダの出力と加算（134）される。

【0030】

このプロセスの背後にある概念は、最初、一般的なコア・プラス拡張フレームワークに関連して図3aおよび図3bに示した。図3aは、96kHzサンプリングされたオーディオ入力信号の周波数スペクトルのスナップ・ショットを示している。このオーディオは、明らかに48kHzまでの周波数成分を含んでいる。図3bでは、トレース44は、デシメーションおよびコア・エンコードの後の信号のスペクトルを示している。オーディオ周波数は、フィルタリングされて24kHzを超えるものが除去されており、サンプリング速度は、コア・コーダが高いサンプリング周波数で動作できないため、デシメータによって48kHzに低下させられることになる。トレース46は、拡張エンコーダに入る前の差信号のスペクトルを示す。明らかに、コア・コーダによって表されないスペクトルの部分、即ち、24kHzと48kHzの間のスペクトルに対して、そのデータ・リソースを集中することができる。

【0031】

拡張ビットの幾らかをコア領域に割り振り、また幾らかを高周波数スペクトルに割り振るビット割り当てスキームは、最初に図7に示した。示すとおり、この双方は、出力オーディオ信号のバンド幅を拡張し、0～24kHzの領域でのノイズ・フロアを低下させる。この例は、拡張コーダに割り振る追加のビットが存在することを想定している。図12に示す代替の適用例は、ビットの総数を既存のレベルに固定したままで、それらのビットをコア領域と拡張領域の間で割り振る。明らかに、高周波数性能の向上136が、24kHzまでの変更のないコア・ノイズ・フロア78より高いノイズ・フロア138に対してトレードオフされる。別の手法では、コア領域のノイズ・フロアはそのままにしておき、任意の追加ビットを、より高い周波数スペクトルにだけ割り振ることができる。24kHz

zあたりの遷移バンドにおけるエラーは相当に大きいので、高周波数スペクトルは、好ましくは、遷移バンドを含むように定義される。

【0032】

この最後のケースでは、コア・エンコーダによって提供されるノイズ・フロアが十分に良好である、または高周波数スペクトルにおける向上が、ノイズ・フロアを低下させることよりも重要である、と想定している。いずれの場合でも、拡張ビットのどれも、再構築されたコア信号と関連するコード化エラーを減少させるためには、割り振られない。このため、このコード化プロセスは、必要な計算の数と遅延とを共に低減するように単純化することができ、これは、デコーダに影響を与えることなく、オーディオ機器の費用および複雑さを低減することができる。

【0033】

図13に示すように、これは、まず、整数遅延を有する線形位相FIRフィルタ140を使用してデジタル・オーディオをローパス・フィルタリングし、24kHzを超える信号成分を除去することによって実現することができる。次に、このフィルタリングされた信号が、2でデシメート142され、実効48kHzのサンプリングされた信号をもたらす。次に、ダウン・サンプリングされた信号は、通常の様式でコア・エンコーダ144に送られ、その結果としてのビット・ストリームがパッカ146に入れられる。次に、ダウン・サンプリングされた信号は、2でアップ・サンプリング148されて、ローパス・フィルタリング150され、再構築された信号上の補間エイリアシングが除去される。この場合も、このフィルタリングは、整数サンプル遅延を有する線形位相FIRを使用して実現される。従って、再構築された信号は、やはり、コア・ビット・ストリームに保持されるオーディオ情報だけを搬送する。即ち、この信号は、24kHzを超えるオーディオ周波数成分を全く含まないが、コード化エラーがない。次に、再構築された信号が、入力信号の遅延(154)されたバージョンから減算152されて差信号を生じ、この差信号が、遅延(157)され、96kHzサンプリング・エンコーダ158を使用してエンコードされて拡張ビット・ストリームを生成する。

【0034】

このスキームと図11aのスキームとの違いは、コア・エンコーダとデコーダの連鎖が、差信号を生成するプロセスにおいてバイパスされることである。トレードオフは、コア・エンコーダのコード化エラーが差信号に反映されないため、コア・エンコーダによってカバーされる周波数バンドにおけるノイズ・フロアを改善できないことである。従って、拡張エンコーダは、デシメーションおよび補間フィルタの遷移バンドから離れた低いサブバンドにビットを割り振ってはならない。

【0035】

フィルタの特性の問題

コアのエンコードに先立って信号をフィルタリングするデシメーション・アンチエイリアシング・ローパス・フィルタ(LPF)の目的は、コア・アルゴリズムによって通常は表すことができない信号を除去することである。言い換えれば、消費者向け機器内に在るデコーダは、これらの周波数を利用するようにプログラミングされていない。エイリアシング効果および音質の劣化の可能性を回避するために、このフィルタは、通常、遷移点の前で良くロールオフする。ただし、このフィルタの仕様、即ち、そのリップル、遷移バンド幅、および阻止帯減衰をユーザが調整して、必要な品質標準を得ることができる。

【0036】

補間アンチエイリアシング・フィルタの目的は、単に、エイリアシングのレベルが全体の品質に干渉しないように、補間エイリアシングを効率的に減衰させるのを確実にすることである。このフィルタは、単に、デシメーション・アンチエイリアシング・フィルタの複製でよい。ただし、デシメーション・フィルタの複雑性は、コア信号の品質を確保するためには高くなる可能性が高い。結果として、エンコーダおよび／またはデコーダでの計算負荷を簡素化するために、補間フィルタのサイズを抑えるのが望ましい。

【0037】

通常、補間フィルタのフィルタ特性は、エンコーダとデコーダの両方において同じに保つのが望ましい。これは、デコーダでの加算が、エンコーダでの差処理

を正確に反転するように、遅延と応答が正確に整合されるのを確実にする。ときとして、デコーダ補間フィルタの計算的複雑性を低減するのが望ましい。これは、エンコーダとデコーダとの補間プロセスの間にわずかな不整合を生じさせることになるが、適切なフィルタ設計でこの差を小さくすることが可能である。重要な別の問題は、これらのフィルタの遅延である。遅延が異なる場合、拡張連鎖またはコア連鎖に遅延を追加することによって、それを補償しなければならない。この場合も目的は、拡張信号とコア信号が、加算に先立って、正確に時間的に整合していることを確実にすることである。

【0038】

コーデックの実施態様

前述したコード化スキームでは、エンコーダ／デコーダは、コア・ビット・ストリームに関しても、また拡張ビット・ストリームに関しても任意である。即ち、エンコーダ／デコーダは、サブバンド・コード化、変換コード化などの任意の組合せであることが可能である。一般的なコア・プラス拡張の手法は、2つの別個の実施形態に分けることができる。第1の実施態様は、コア・コーデックのアルゴリズムおよび内部構造の知識を必要とせず、コード化遅延の知識だけが必要とされるブラックボックス手法である。ただし、コア・コード化の性質が知られており、拡張コードがそれに適合するように設計される場合、拡張コード化は、あるケースでは、より効率的に行うことができる。

【0039】

ブラックボックス・コーデック

ブラックボックス手法は、コア・エンコーダおよびコア・デコーダの遅延を除いての、コア・コーダ／デコーダ（コーデック）の内部構造の知識が無いことを前提とする。一般的なコア・プラス拡張の手法を説明するのに上記で用いたブロック図は、ブラックボックス手法も例示する。示すとおり、コアおよび拡張のエンコードおよびデコードのプロセスは完全に別々である。唯一の相互作用は、差信号を形成するとき、または出力信号を加算するときに生じ、これは完全にその時間領域において発生する。従って、コア・コーデックの内部構造の知識は全く必要なく、また拡張コーデックの選択がコア・コーデックに依存または制約され

ることもない。ただし、遅延を、(a) 差信号を形成する前に、再構築されたコア信号と入力信号とが正確に時間的に整合するように、また (b) コア信号と差信号が、デコーダで加算される前に正確に時間的に整合しているように、選択しなければならない。図 1 1 a および図 1 1 b に示す現在好ましい手法は、デコーダの必要なメモリを最小限に抑えるために、遅延のすべてをエンコーダに入れることである。

【0040】

入力信号と再構築コア信号とを時間的に整合させるために、入力信号は、

$$\text{遅延入力} = \text{遅延デシメーションLPF} + \text{遅延コア・エンコーダ} + \text{遅延コア・デコーダ} + \text{遅延補間LPF}$$
 に等しい量だけ遅延される。

【0041】

デコーダでコア信号と差信号とを時間的に整合するために、フレーム・バッファ遅延は、

$$\text{遅延フレーム・バッファ} = \text{遅延差信号} + \text{遅延拡張エンコーダ} + \text{遅延拡張デコーダ}$$
 に等しく設定される。

【0042】

1 1 a に示すエンコーダの抱える問題は過度のコード化遅延であり、これは、

$$\text{コード化遅延} = \text{遅延デシメーションLPF} + \text{遅延コア・エンコーダ} + \text{遅延差信号} + \text{遅延拡張エンコーダ} + \text{遅延拡張デコーダ} + \text{遅延コア・デコーダ} + \text{遅延補間LPF}$$
 のようになる。

【0043】

この遅延は、図 1 3 に示すスキームが使用され、補間LPFが適切に設計される場合、

$$\text{コード化遅延} = \text{遅延デシメーションLPF} + \text{遅延コア・エンコーダ} + \text{遅延コア・デコーダ} + \text{遅延補間LPF}$$
 のように短縮することができる。

【0044】

ブラックボックス拡張コーダ

ブラックボックス拡張エンコーダ160に適するコーデックの一例を図14および図15に示している。このコーデックは、実質的に、現在、市販されるすべ

での主なオーディオ・コード化システムによって使用されているフィルタ・バンク型コード化技術に基づいている。DTS Coherent Acoustics (DTSコヒーレント・アコースティックス)、MPEG I、およびMPEG IIはサブバンド・コード化を使用し、AC-3およびMPEG II AACは、変換コード化を配備している。従って、本明細書に呈示するコーデックの詳細は、後述するオープンボックス実装形態で使用される拡張コーデックの実装形態に容易に適合させることができる。

【0045】

拡張エンコーダ160を図14(a)に示す。差信号は、フィルタ・バンク162によってN個のサブバンドに分割されデシメートされる。各サブバンド信号は、図15(a)に示すサブバンド・コーダ164を使用してコード化することができる。次に、各サブバンド・エンコーダからのサブバンド・ビットが、拡張ビットとしてパックされる166。

【0046】

デコーダ168を図14(b)に示す。拡張ビットは、まず、各個別サブバンド・ビットにアンパックされる170。次に、アンパックされたサブバンド・ビットが、図15(b)に示すサブバンド・デコーダ172によってデコードされ、再構築されたサブバンド信号を生成する。最後に、再構築サブバンド信号に合成フィルタ・バンク174を適用することにより、差信号が再構築される。

【0047】

各サブバンド・エンコーダ(図14(a))内で、サブバンド・サンプルがサブバンド分析ウインドウにグループ化される。そのようなウインドウのそれぞれの中のサブバンド・サンプルが、4つ一組の予測フィルタ係数を最適化するために使用され、次に、これらの係数が、ツリー・サーチVQ方法を使用して量子化される。このベクトル量子化された予測係数は、各分析ウインドウ内のサブバンド信号を予測するのに使用される。予測利得は、サブバンド・サンプルの分散と予測残差の分散の比として得られる。予測利得が、予測係数のVQアドレスを伝送することのオーバーヘッド、および予測残差の後の量子化に起因する予測利得の考えられ得る損失をカバーするのに十分なだけ大きい正の値である場合、その

予測残差は量子化され転送される。そうでなければ、予測残差は放棄され、サブバンド・サンプルが量子化されて転送される。サブバンド分析ウインドウに関する適応型予測の使用は、圧縮されたビット・ストリーム内の「予測モード」フラグによって示される。このように、適応型の予測は、量子化エラーを低減することができるときはいつでも動的に活性化される。

【0048】

サブバンド分析ウインドウに対して予測モードがオンになっている場合、スケール・ファクタが計算され、これは予測残差のRMS（根二乗平均）またはピーク振幅のどちらかである。予測残差は、このスケール・ファクタによって正規化される。サブバンド分析ウインドウに対して予測モードがオンになっていない場合、考えられ得る過渡の存在に関して、サブバンド・サンプルを分析する。過渡は、低い振幅の位相と高い振幅の位相との間の鋭い又は急速な遷移として定義される。そのようなウインドウに対して単一のスケール・ファクタが使用される場合、それは過渡に先行する低レベル・サンプルに対して大きすぎる可能性があり、場合によっては、低ビット・レート・モードでの前エコーを引き起こし得る。この問題を緩和するため、各分析ウインドウは、幾つかのサブウインドウに分割される。過渡の位置は、分析サブウインドウに関して分析ウインドウ内に位置し、また、2つのスケール・ファクタ、一方は過渡前のサブウインドウ用で他方は過渡後のサブウインドウ用、が計算される。次に、過渡が生じたサブウインドウの識別番号が、コード化されたビット・ストリームにパックされる。その後、各サブウインドウ内のサブバンド・サンプルが、そのそれぞれのスケール・ファクタによって正規化される。

【0049】

スケール・ファクタは、ビット・レートに応じて、64レベル（2.2 dBステップ）または128レベル（1.1 dBステップ）の根自乗テーブルを使用して対数的に量子化される。これらのスケール・ファクタは、140 dBという範囲でオーディオの動的トラッキングを可能にする。量子化テーブルの選択は、各分析ウインドウごとにビット・ストリームに組み込まれる。

【0050】

サブバンド分析ウインドウのタイム・スパンに対してウォーター・フィリング・アルゴリズムを使用して、すべてのチャンネルのすべてのサブバンドにわたってビット割り当てを行うことができる。高ビット・レート適用例に関しては、ウォーター・フィリング (water filling) ・アルゴリズムがサブバンドのパワーに対して動作する。低ビット・レートの適用例に関しては、全チャンネルに対して音響心理学分析を行い、サブバンドに関する信号対マスク比 (SMR) を得て、次に、その SMR をウォーター・フィリング・アルゴリズムへ送ることによって、主観的トランスペアレント・コード化を実現する。無損失または可変のビット・レートコード化モードでは、ビット割り当ては量子化ステップ・サイズによって決定され、これは、量子化ノイズが、ソース PCM サンプルの LSB の $1/2$ などのような、何らかの所定のしきい値を下回ることを保証する。このようにして得られたビット割振りが、次に、ビット・ストリームに組み込まれる。

【0051】

ビット割振りの後、サブバンド・サンプルまたは予測残差が量子化され、量子化インデックスがビット・ストリーム内にパックされる。

人間の聴覚システムは、約 5 kHz を超えると、空間イメージングの認知を行うのに、オーディオ信号の時間的微細構造よりも、オーディオ信号の時間的エンベロープの方に頼ることを、音響心理学の研究が示している。従って、非常に低いビット・レートのモードでは、選択した数のオーディオ・チャンネルの高周波数サブバンドの加算したものだけをコード化することによって、全体の再構築忠実度を向上させることが可能である。デコードされると、個々のチャンネルのこれらの高周波数サブバンドは、この加算信号をコピーし、そのそれぞれのスケール・ファクタによってスケーリングを行うことによって、再構築することができる。結合強度コード化が採用される場合、加算サブバンド・サンプルは、結合チャンネルのうちの1つ (ソース・チャンネル) において搬送され、他のすべてのチャンネルは、このソース・チャンネルに対するインデックスおよびそのそれぞれのスケール・ファクタだけを搬送する。

【0052】

低ビット・レートの適用例では、ハフマン・コードなどのエントロピ・コード

化を使用して、スケール・ファクタ、過渡の位置、ビット割振り、または量子化インデックスが更にコード化される。この場合、エントロピコード化の後に実際に使用されている総ビットは、固定ビット・レートの実用例に対して許容される最大ビットよりも相当に少なくなり得る。許容される最大ビットを十分に利用するため、反復手法が採用され、それにより、すべての未使用ビットが尽きるまで、未使用ビットが、最低のサブバンドから最高のサブバンドまで増分方式で割り振られる。

【0053】

ブラックボックス・デコーダ・ハードウェアの実施態様

デュアルSHARC 21065L浮動点プロセッサで動作する5.1チャンネル、96kHz、24ビットDTSデコーダの一実施態様を図16～図20に示す。「コア」ブロックのすべての処理およびシリアル入力/出力データ・ストリームの処理は、プロセッサ#1 (P#1) 180で行われる。拡張デコードに必要な信号処理動作の大部分は、プロセッサ#2 (P#2) 182に入れている。この構成により、96/24「高精細度」オーディオ・フォーマットに対して簡単なハードウェア・アップグレード・パスを考慮することが可能になる。特に、「コア」デコードのみに関しては、プロセッサ#1を使用するのが十分であり、このプロセッサは、外部ポート186を介して外部メモリ184とインターフェースし、また、SPDIF受信機188に接続し、出力シリアル・ポート192を介して3つのSPDIF送信器190a、190b、190cに接続する。96kHzの24ビットのDTSデコーダに対するアップグレードは、プロセッサ#2をクラスタ多重処理コンフィギュレーションにおいて外部メモリ・バス194に接続することによって行われる。SHARCのオンチップ・バス・アービトラション・ロジックにより、両方のプロセッサが共通バスを共有することが可能となる。

【0054】

デジタル・ストリームは、DVDプレーヤから、またはDVDプレーヤ内のDVDトランスポート機構から得ることができる。SPDIF受信機は、デジタル・ストリームを受信し、それを適切な形式に変換してSHARC P#1のRx

シリアル・ポート195へ送り込むために必要である。着信デジタル・ストリームは、DMAを使用して、Rxシリアル・ポートからSHARC P#1の内部メモリのデータ・バッファに転送される。

【0055】

図17のブロック図196は、着信データ・ストリームの流れを示している。左および右チャンネル（L、R）、サラウンド左およびサラウンド右チャンネル（SL、SR）、ならびに中心および低周波数効果チャンネル（C、LFE）に対する6つのデコードされたPCMストリームが、3つの出力ストリームに多重化される。SHARC P#1の内部メモリ内のデータ・バッファから適切な送信シリアル・ポートへ出力ストリームを転送するのに、3つのTxシリアル・ポートDMAチャンネルが使用される。シリアル・ポートは、任意の市販のSPDIF送信器またはDACにフィードを行うように構成することができる。

【0056】

図18のブロック図198は、発信データ・ストリームの流れを示している。クラスタ多重処理コンフィギュレーションにより、各プロセッサは、両方のプロセッサの共有外部メモリおよび共有I/Oレジスタにアクセスすることができる。2つのプロセッサ間でのデータ交換は、共有外部メモリの二バッファを介して行われる。詳細には、現在のDTSフレームからの「コア」オーディオ・データの6つのチャンネルが、P#1の外部ポートDMAチャンネルを使用して、P#1の内部メモリから共有外部メモリのブロック（例えば、ブロックA）のバッファへ転送される。更に、現在のDTSフレームからの拡張サブバンド・サンプルの5つのチャンネルもまた、P#1の内部メモリから共有外部メモリの同じブロックのその対応するバッファへ転送される。この場合も、この転送のためにP#1の外部ポートDMAチャンネルが使用される。

【0057】

図19のブロック図200に示すとおり、現在のDTSフレーム中に、前のDTSフレームからの「コア」データおよび拡張データが、共有外部メモリのブロックBのその対応するバッファから、P#2の内部メモリへ転送される。これらの転送のスケジューリング、およびメモリ・ブロック（A/B）の切り替えは、

両方のプロセッサのI/Oレジスタの制御を通じてP#1によって行われる。同様に、前のDTSフレームからの96kHzのPCMオーディオの6つのチャンネルが、P#1の外部ポートDMAチャンネルを使用して、共有外部メモリのブロックDのバッファからP#1の内部メモリへ転送される。図20のブロック図201が、このデータ・ストリーム・フローを示している。これらの転送のスケジューリングおよびメモリ・ブロック(C/D)の切り替えは、この場合も、両方のプロセッサのI/Oレジスタの制御を通じてP#1によって行われる。

【0058】

オープンボックス・コーデックI

オープンボックス実装形態は、コア・コーデックの内部構造の知識を必要とする。図21および図22に示すエンコーダの例は、フィルタ・バンク手法を用いるコード化技法を用いたコア・エンコーダに関するものである。これらの技法には、サブバンド・コード化(DTS Coherent Acoustics、MPEG I、およびMPEG II)、および変換コード化(Dolby AC-3およびMPEG II AAC)が含まれるが、これらに限定はされない。コア・コードの内部構造を知ること、拡張コーデックは、コア帯域幅、例えば、0kHzから24kHz、にわたってのその応答が、コア・コードのその応答と整合するように、選択され設計される。その結果として、差信号は、時間領域においてではなく、変換またはサブバンド領域において形成することができる。これは、遅延の量および計算の数を低減させる。

【0059】

第1の例では、デジタル・オーディオが、96kHz周期の24ビットPCMサンプルによって表されている。このデジタル・オーディオは、まず、ローパス・フィルタリング202されてそのバンド幅が24kHzより低くされ、次に、2でデシメート204されて、実効48kHzのサンプリングされた信号をもたらす。次に、このダウン・サンプリングされた信号が、コア・エンコーダ206に送り込まれる。コア・エンコーダのNバンド・フィルタ・バンク208が、ダウン・サンプリングされた信号をN個のサブバンドに分解する。各サブバンドは、多数の適応予測、スカラーおよび／またはベクトル量子化、およびエントロピ

コード化の技法210を使用して、コード化することができる。最適の構成では、サブバンド・コード化技法は、コア・エンコーダで使用される技法と一致することになる。次に、結果としてのビット・ストリームが、パッカに入れられる。このビット・ストリームはコア・サブバンド・デコーダ212に送り込まれて、サブバンド差信号を生成するための拡張エンコーダによる後の使用のためのサブバンド・サンプルを再構築する。

【0060】

96 kHzのサンプリングされた入力PCM信号は遅延214され、次に、2バンド・フィルタ・バンク216に送り込まれて、2つの48 kHzのサンプリングされたサブバンド信号を生成する。低部バンド信号は、コア・エンコーダによって使用されるものと同じNバンド・フィルタ・バンク218により、N個のサブバンド信号に分解される。これらの信号のそれぞれが、コア・エンコーダからの再構築されたそのそれぞれのサブバンド信号で減算220されて、サブバンド差信号を生成する。この差サブバンド信号がサブバンド・コーダ222によってコード化され、次に、パッカ224に入れられる。2バンド・フィルタ・バンクからの上部バンド信号が、Mバンド・フィルタ・バンク226へ送り込まれ、M個のサブバンド信号を生成する。次に、これらの信号がサブバンド・コーダ228によってコード化されてパッカへ入れられる。このサブバンド・コーダは、多数の適応予測、スカラーおよびベクトル量子化、および／またはエントロピ・コード化を含むことができる。拡張エンコーダ前の遅延は、以下の式、

遅延+遅延_{2バンド・フィルタ}=遅延デシメーションLPF

によって与えられ、従って、再構築されたコア・サブバンド信号およびオーディオ・サブバンド信号は、加算接合部220で正確に時間的に整合される（図21（a）参照）。デコーダ（図21（b））において、これらの信号は、加算接合部で自動的に整合される。Mバンド・フィルタ・バンクは、その遅延がNバンド・フィルタ・バンクの遅延と一致するように設計されなければならない。そうでなければ、追加の遅延を導入して、上部バンドのサブバンド信号が、低部バンドのサブバンド信号と同じだけ遅延されるようにしなければならない。

【0061】

デコード・プロセスを図21(b)に示している。コア・ビット・ストリームがアンパックされ230、デコードされて232、N個のコア・サブバンド信号を生成する。拡張デコーダがプレーヤに存在しない場合、これらのコア・サブバンド信号が、Nバンド合成フィルタ・バンク234へ送り込まれ、コア・オーディオを生成する。存在する場合は、このステップはスキップされ、コア・サブバンド信号は、拡張デコーダ236へ送り込まれ、拡張ビット・ストリームからデコード240された差サブバンド信号と加算238される。次に、これらの加算されたサブバンド信号がNバンド合成フィルタ・バンク242へ送られ、低部バンド信号を生成する。上部バンド信号は、拡張ビット・ストリームをデコード244し、デコードされたMサブバンド信号をMバンド合成フィルタ・バンク246へ送り込むことによって形成される。最後に、上部バンド信号および低部バンド信号が2バンド合成フィルタ・バンク248へ送られ、96kHzのサンプリングされたオーディオ出力を生成する。

【0062】

このオープンボックス手法の利点には、以下の低減されたコード化遅延、エンコーディング遅延＝遅延デシメーションLPF＋遅延コア・エンコーダ、デコーディング遅延＝遅延コア・デコーダ＋遅延バンド・フィルタおよびデコードの複雑性、

デコーディングMIPS＝MIPSコア・デコーダ＋MIPSバンド・フィルタ＋MIPSバンド・フィルタが含まれる。

【0063】

Mバンド・フィルタ・バンクおよび2バンド・フィルタ・バンクに関するFIRフィルタ・タップの数が十分に小さくなるように選択された場合、Mバンド合成フィルタ・バンクおよび2バンド合成フィルタ・バンクに必要なMIPSは、48kHzで動作するNバンド合成フィルタ・バンクのMIPSよりも小さくすることが可能である。従って、96kHzのオーディオをデコードするための総MIPSは、48kHzのサンプリングされたオーディオを扱うコア・デコーダによって必要とされるMIPSの2倍よりも小さくなり得る。

【0064】

オープンボックス・コーデック I I

Mバンド・フィルタ・バンクが、好ましい実装形態 I I のNバンド・フィルタ・バンクで置き換えられた場合、拡張コーデック内の3つのフィルタ・バンクを組み合わせ、Lバンド・フィルタ・バンクを形成することができる。ここで $L = M + N$ (図22 (a) および図22 (b)) である。組み合わせたLバンド・フィルタ・バンクは、高速のアルゴリズムを使用してコサイン変調が実施される場合には、計算負荷をより少なくできる。

【0065】

図22 (a) は、オープンボックス実施態様 I I のそれと基本的に同じであるが、拡張エンコーダ内の3つの分析フィルタ・バンクが、単一のLバンド分析フィルタ・バンク250によって置き換えられていることと、およびコア・エンコーダからの再構築サブバンド信号がLバンド・フィルタ・バンクの低部Nサブバンド信号から減算されて差サブバンド信号を生成するということが、異なっている。これが可能なのは、96 kHz サンプリング・レートで動作する拡張エンコーダのLバンド・フィルタ・バンクの低部のNサブバンドのそれぞれが、48 kHz サンプリング・レートで動作するコア・エンコーダのNバンド・フィルタ・バンクのサブバンドと同じオーディオ・スペクトルをカバーするからである。このスキームが成功するためには、もちろん、Lバンド・フィルタ・バンクとNバンド・フィルタ・バンクとが異なるサンプリング周波数で動作するにもかかわらずこれらのフィルタ特性が互いに整合することが、必要不可欠である。

【0066】

図22 (b) に示すデコード手順は、図21 (b) の手順とほとんど同じであるが、3つの合成フィルタ・バンクが、1つのLバンド合成フィルタ・バンク252で置き換えられていることと、コア・デコーダの再構築サブバンドが、Lバンド・フィルタ・バンクから出てくる対応する低部Nサブバンドに付加されることが異なっている。

【0067】

本発明のいくつかの例示的な実施形態を示し、説明してきたが、当分野の技術

者は、多数の変形形態および代替の実施形態を思いつくであろう。例えば、ここで議論したサンプリング・レートは現在の標準に対応している。時の経過とともに、これらのサンプリング・レートは変わる可能性がある。そのような変形形態および代替の実施形態が企図され、それらは添付の特許請求の範囲に定義された本発明の趣旨および範囲を逸脱することなく作ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、従来手法でのコード化のためにベース周波数バンドと高周波数バンドを分離するのに使用された2バンド・デシメーション・フィルタバンクの周波数応答のグラフである。

【図2】

図2は、本発明の一般化したコアおよび拡張フレームワークを具体化するエンコーダのブロック図である。

【図3】

図3aおよび図3bは、それぞれ、入力オーディオ信号の周波数スペクトルと、コード化されたコア信号の周波数スペクトルと差信号のグラフである。

【図4】

図4は、コアおよび拡張オーディオ・データの一フレームに関するビット・ストリーム・フォーマットを示す。

【図5】

図5aおよび図5bは、それぞれ、デコーダへビット・ストリームを送るための物理的媒体および放送システムを示す。

【図6】

図6は、図2に示すコアおよび拡張コードに適合するデコーダのブロック図である。

【図7】

図7は、複数トーン試験信号のための再構築されたオーディオ信号の周波数スペクトルのグラフである。

【図8】

図8 aおよび図8 bは、それぞれ、高分解能拡張フレームワークを具体化するエンコーダおよびデコーダのブロック図である。

【図9】

図9は、高分解能拡張フレームワークの差信号の周波数スペクトルのグラフである。

【図10】

図10は、高分解能拡張フレームワークの複数トーン試験信号のための再構築されたオーディオ信号の周波数スペクトルのグラフである。

【図11】

図11 aおよび図11 bは、それぞれ、高周波数拡張フレームワークを実現するエンコーダおよびデコーダのブロック図である。

【図12】

図12は、固定ビット・レートの複数トーン試験信号のための再構築されたオーディオ信号の周波数スペクトルのグラフである。

【図13】

図13は、代替の高周波数拡張フレームワークを実現するエンコーダのブロック図である。

【図14】

図14 aおよび図14 bは、それぞれ、拡張エンコーダおよび拡張デコーダのブロック図である。

【図15】

図15 aおよび図15 bは、サブバンド・エンコーダおよびサブバンド・デコーダのブロック図である。

【図16】

図16は、ブラックボックス・ハードウェア・アーキテクチャのブロック図である。

【図17】

図17は、第1のプロセッサのオンチップ・メモリに対するシリアル入力からのデータ・フローを示す。

【図18】

図18は、シリアル・ポートに対する第1のプロセッサのオンチップ・メモリからのデータ・フローを示す。

【図19】

図19は、第2のプロセッサのオンチップ・メモリに対する第1のプロセッサのオンチップ・メモリからのデータ・フローを示す。

【図20】

図20は、第1のプロセッサのオンチップ・メモリに対する第2のプロセッサのオンチップ・メモリからのデータ・フローを示す。

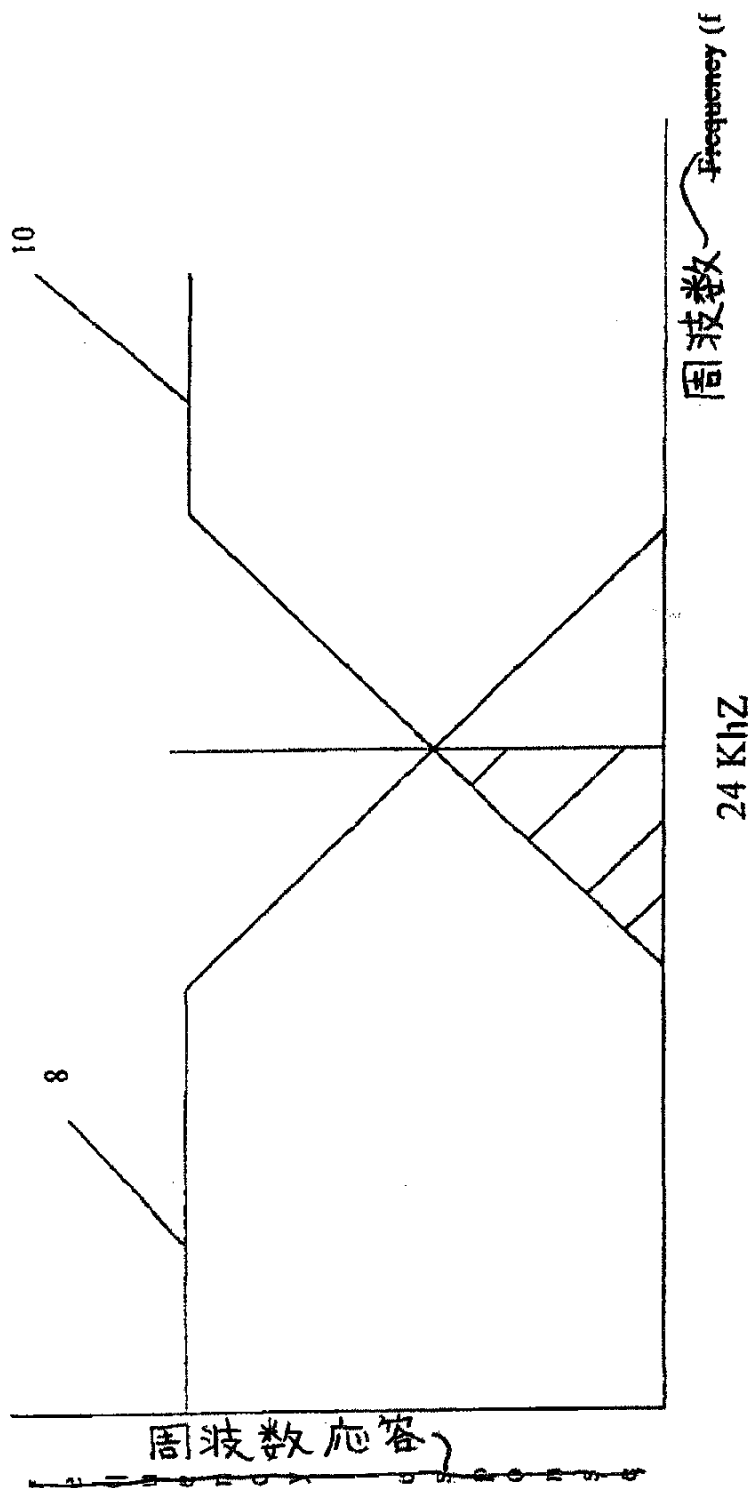
【図21】

図21aおよび図21bは、それぞれ、オープンボックス・エンコーダおよびオープンボックス・デコーダのブロック図である。

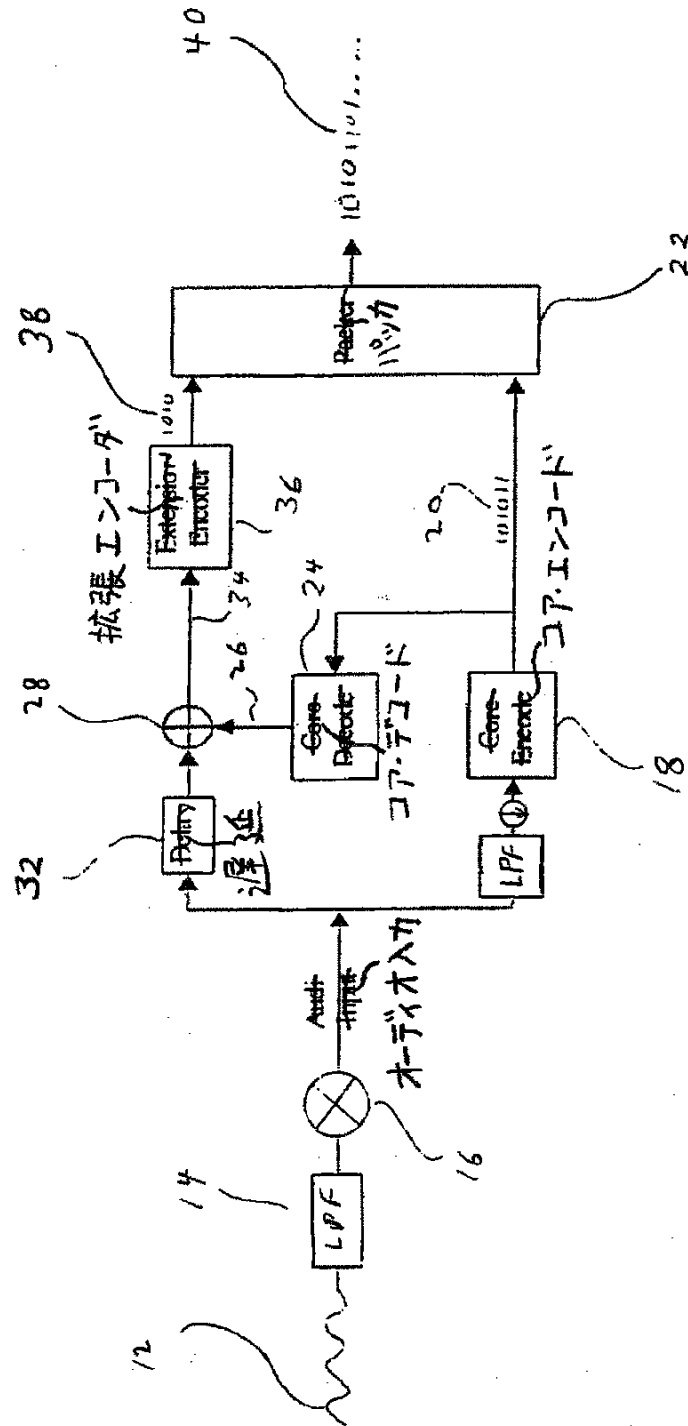
【図22】

図22aおよび図22bは、それぞれ、別のオープンボックス・エンコーダおよびオープンボックス・デコーダのブロック図である

【図1】



【図2】



【图3】

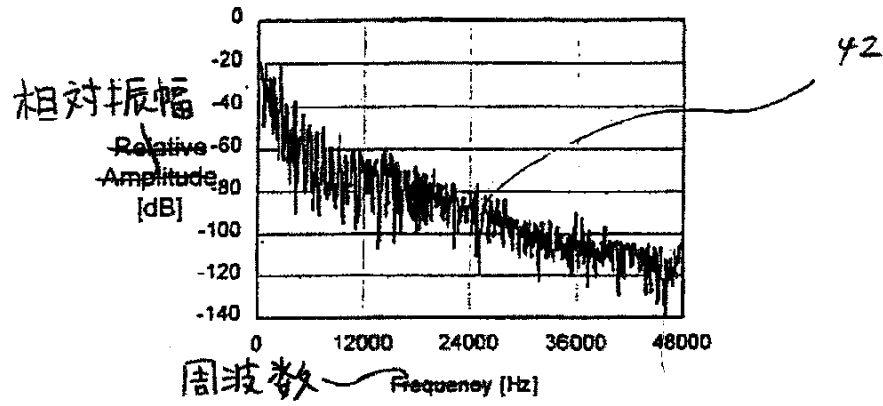


FIG 3a

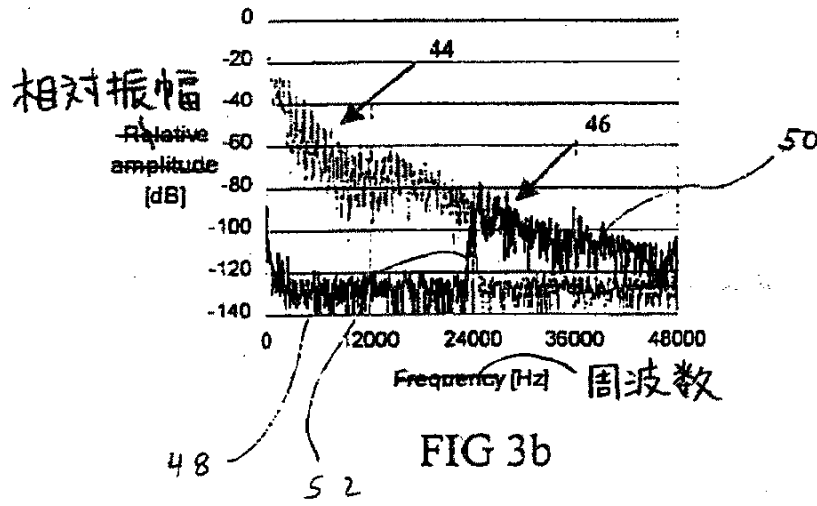
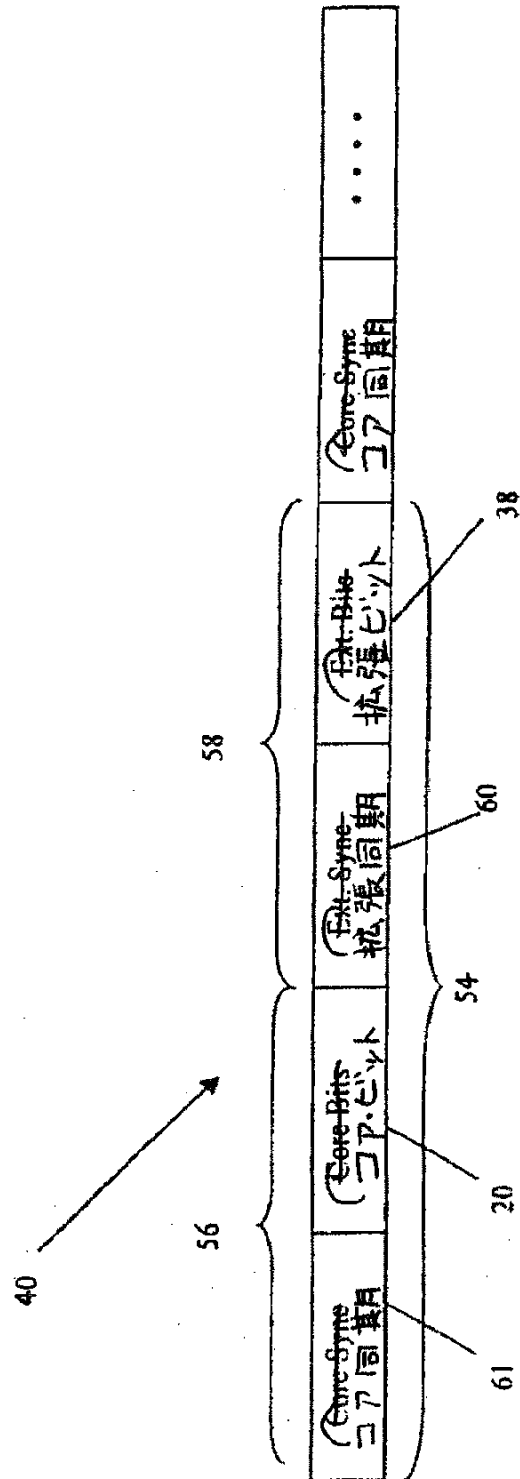


FIG 3b

【図4】



【図5】

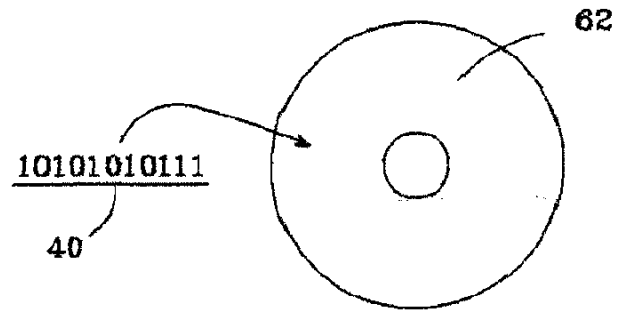


FIG. 5a

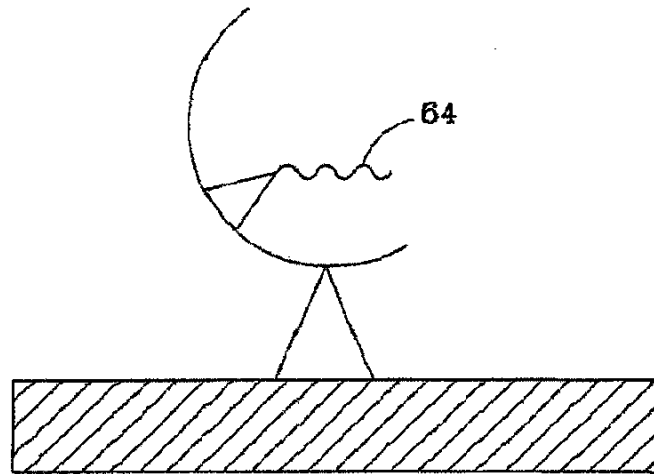
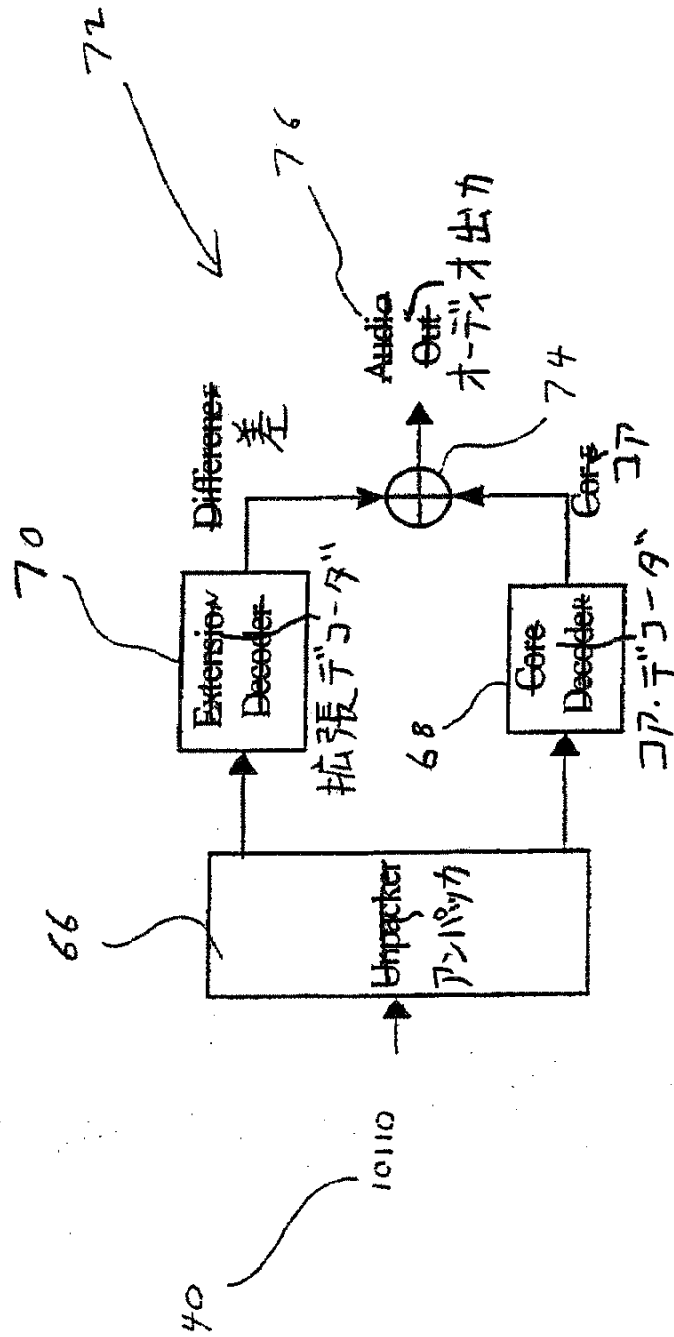
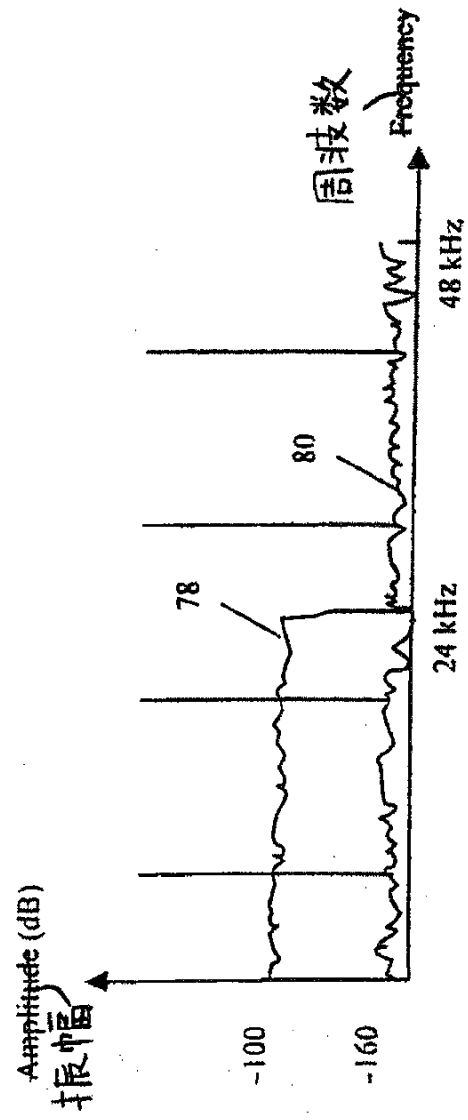


FIG. 5b

【図6】



【图7】



【図8a】

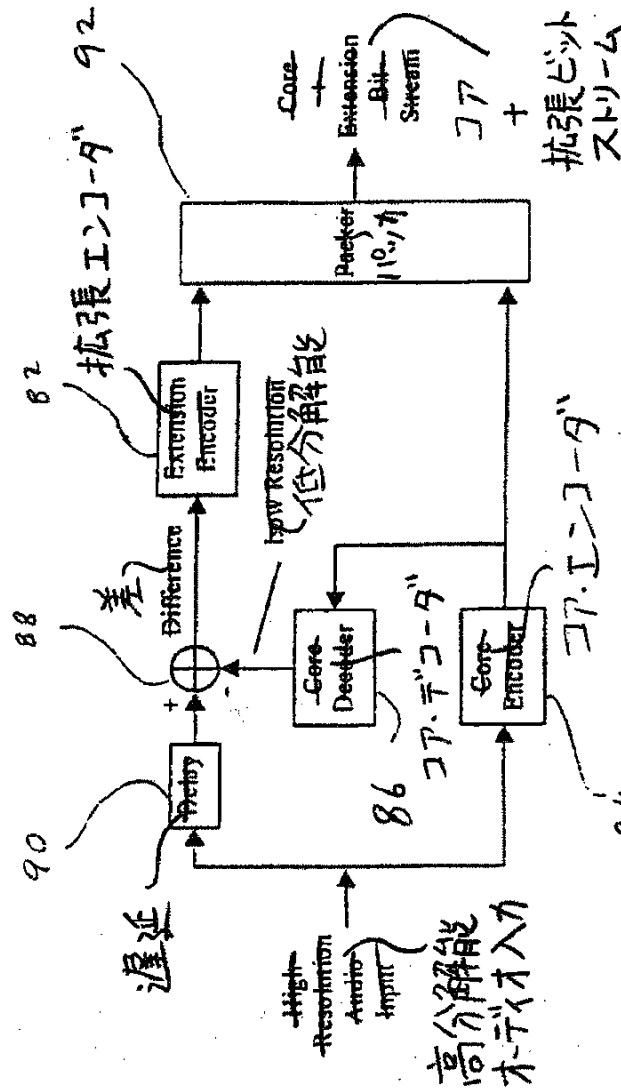


FIG. 8a

【図8b】

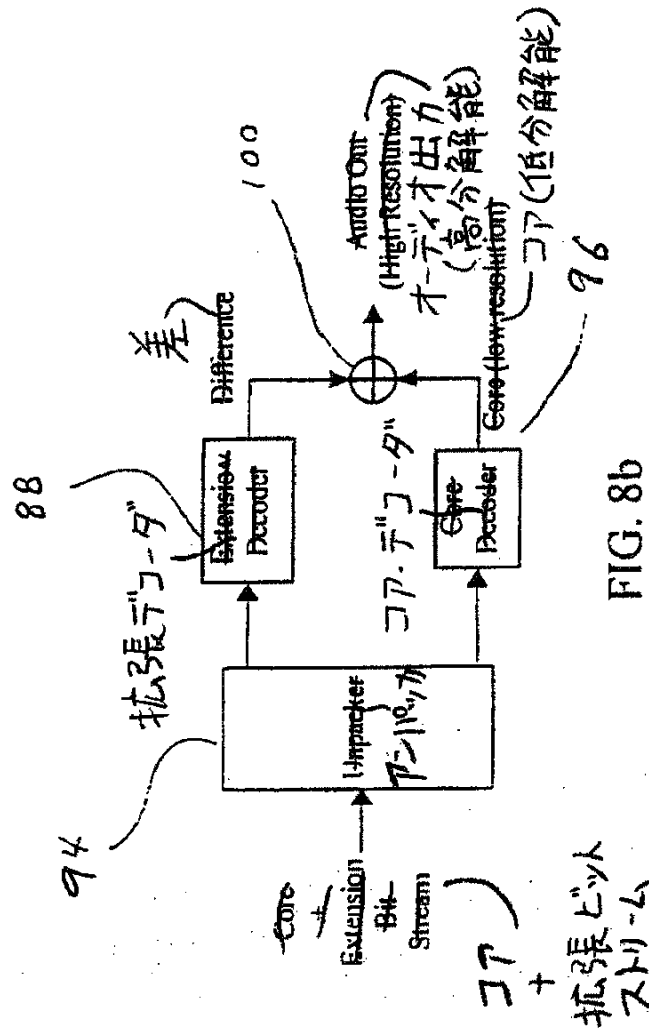
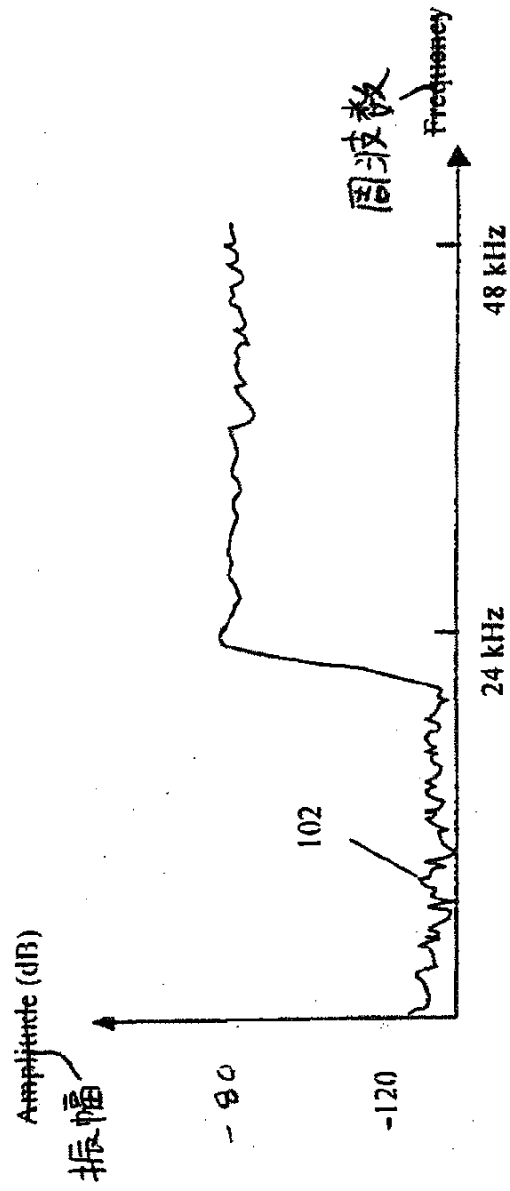
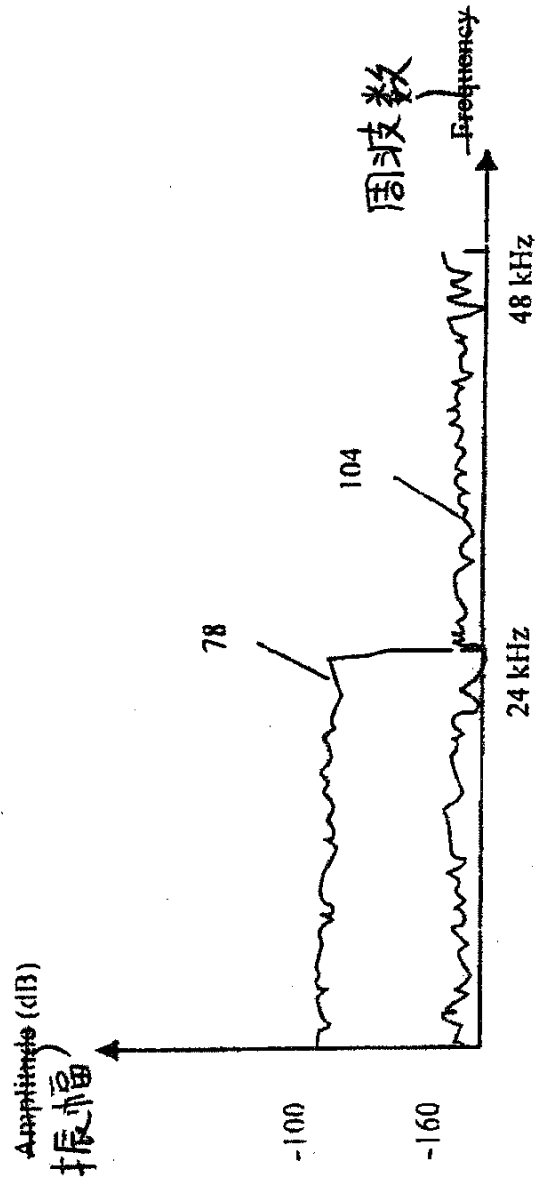


FIG. 8b

【图9】



【図10】



【図11b】

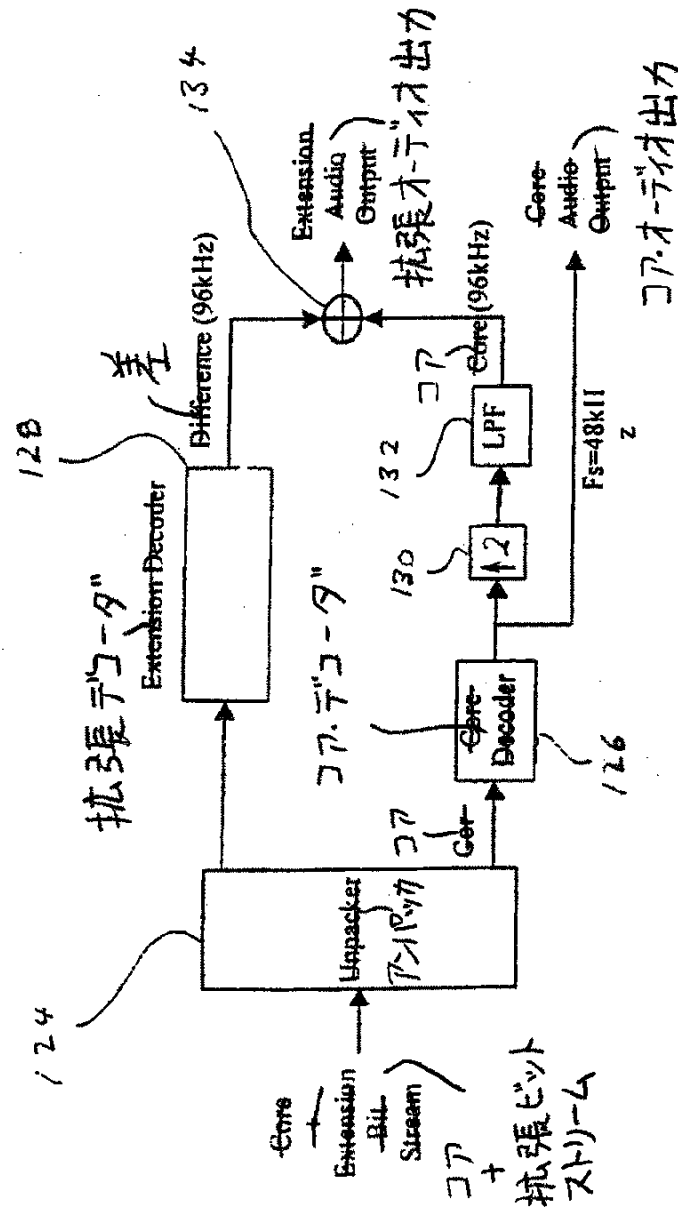
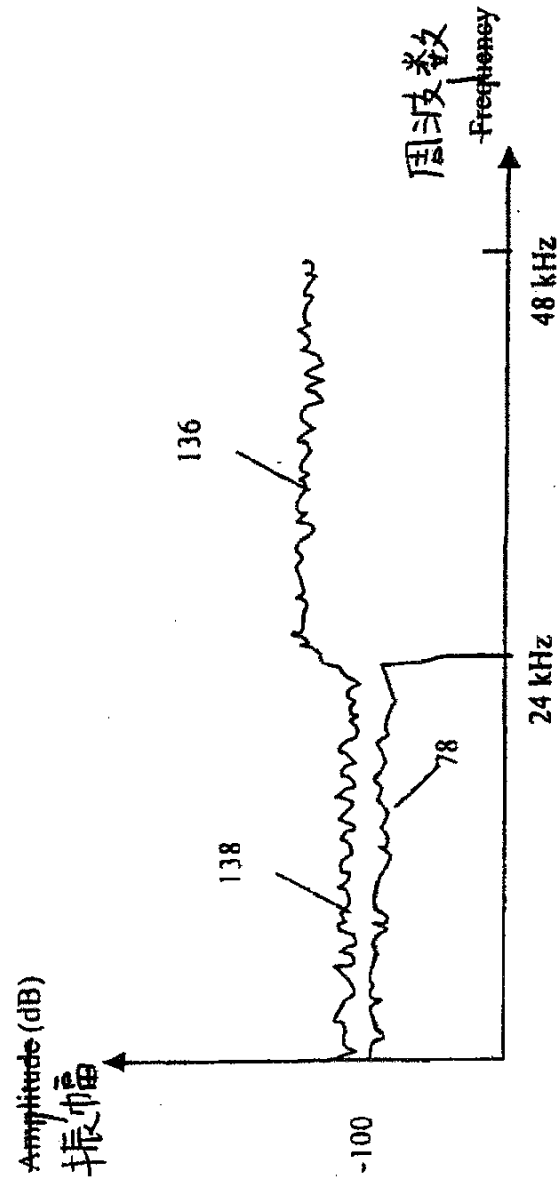
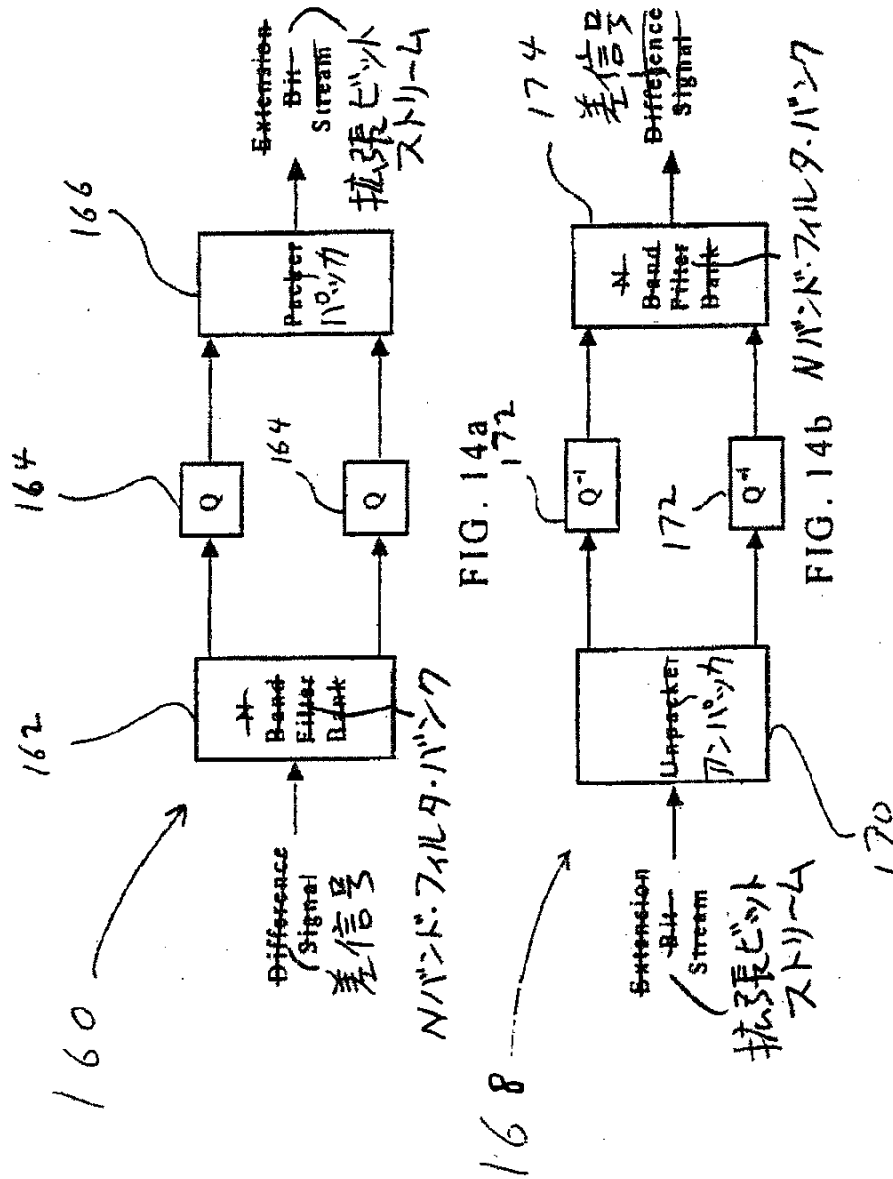


FIG. 11b

【图12】



【図14】



【図15】

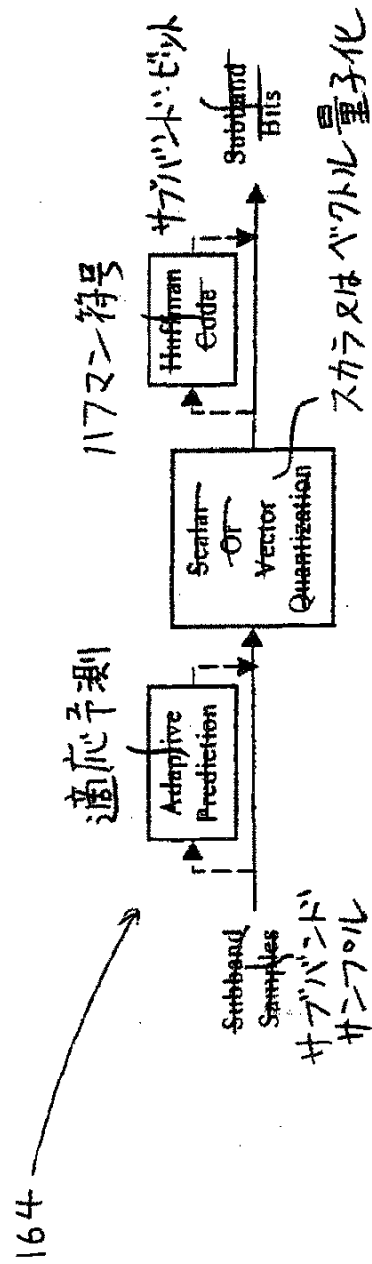


FIG. 15a

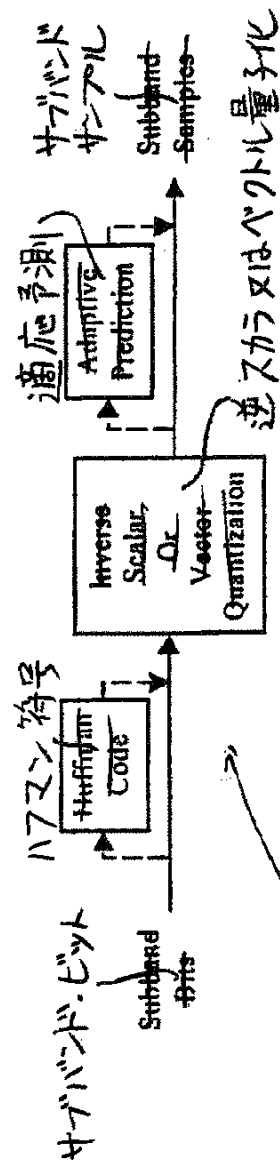
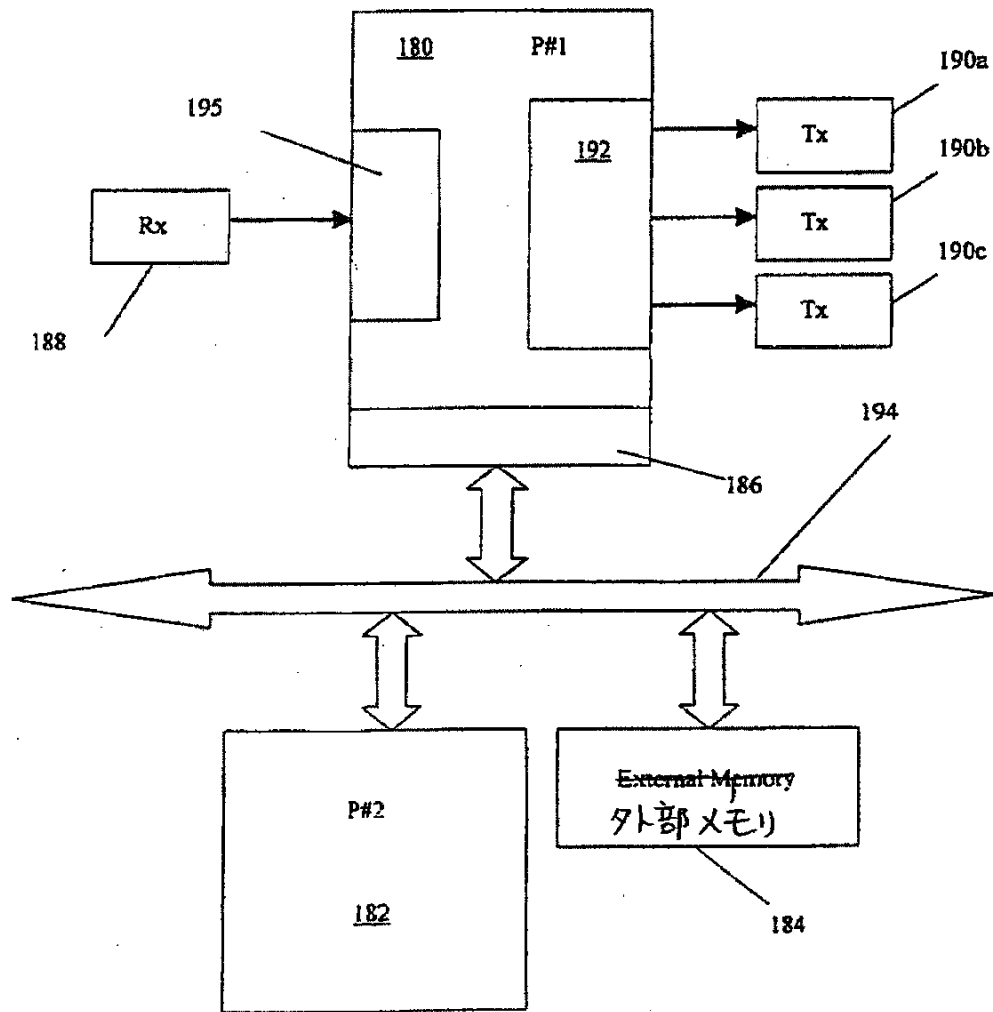


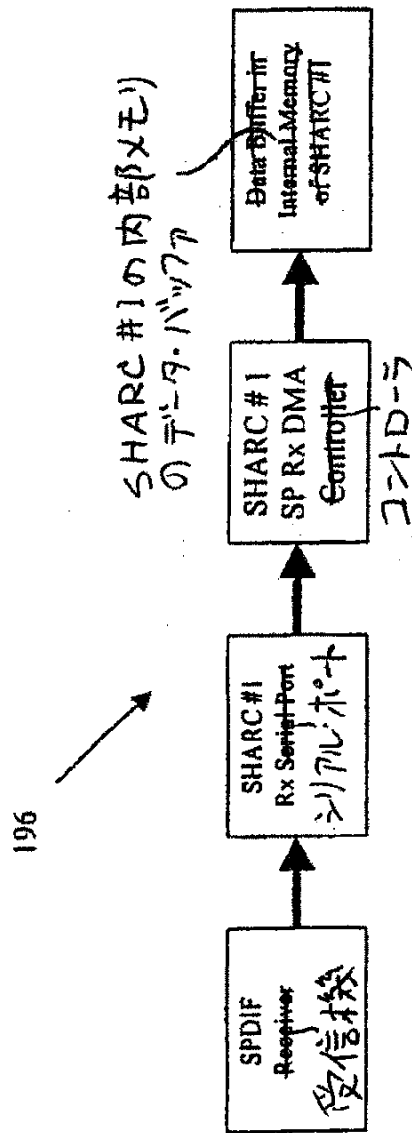
FIG. 15b

172

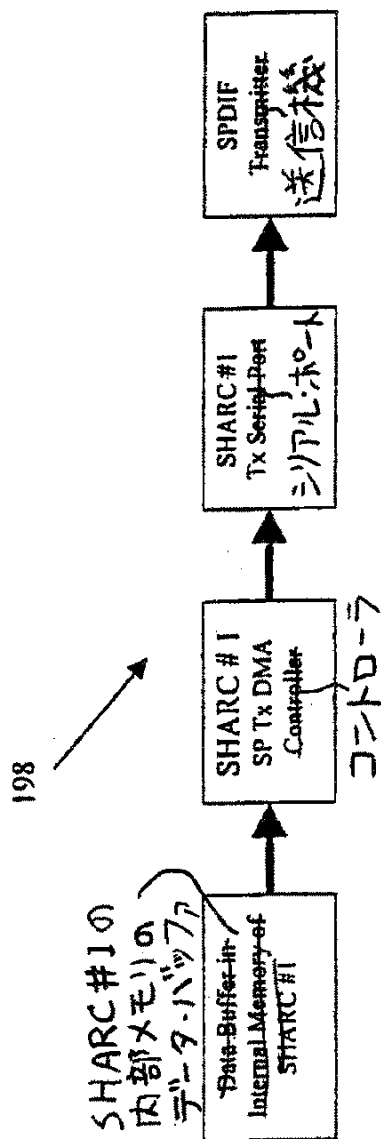
【図16】



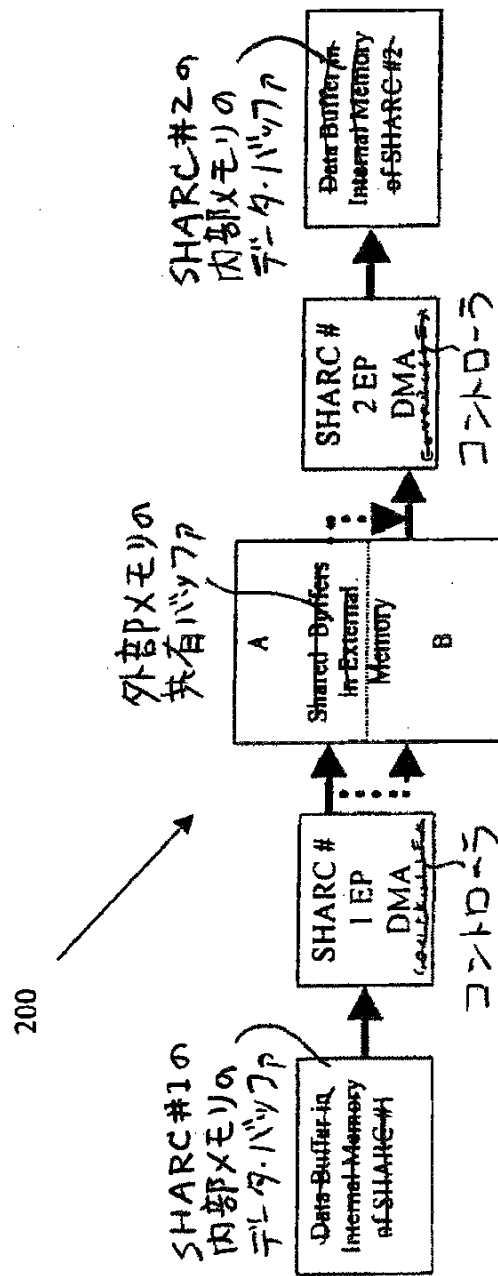
【図17】



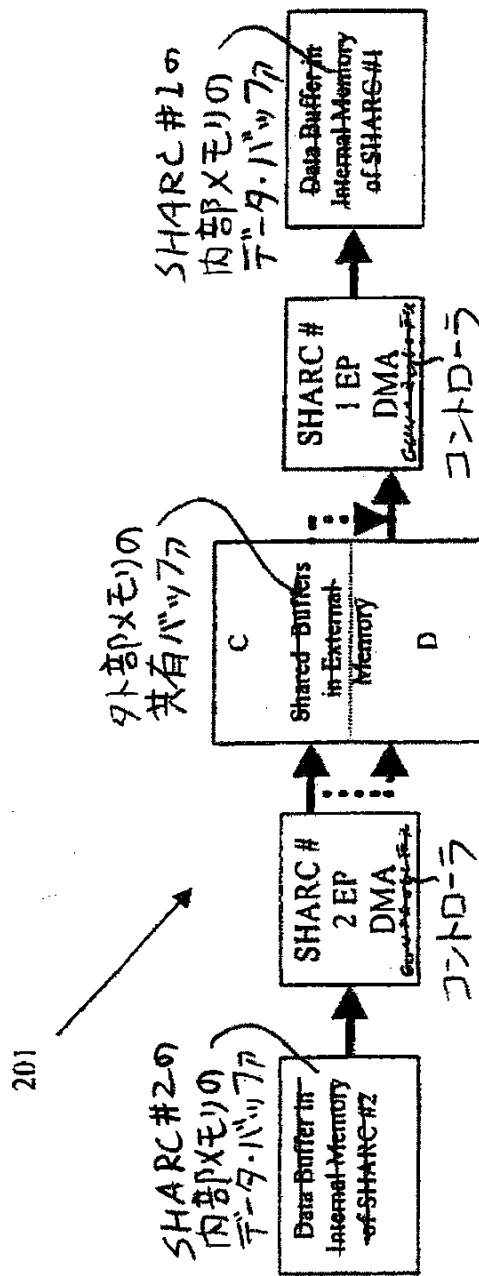
【図18】



【図19】



【図20】



【図21a】

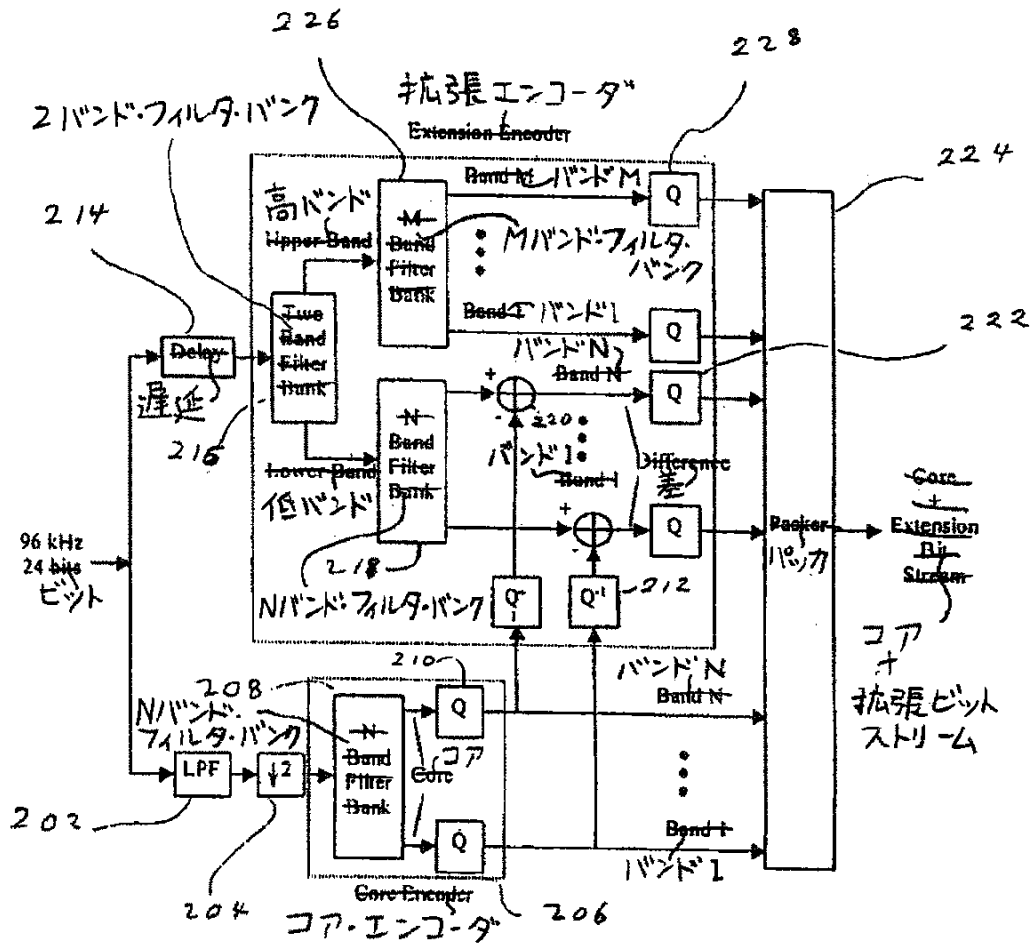


FIG. 21a

250

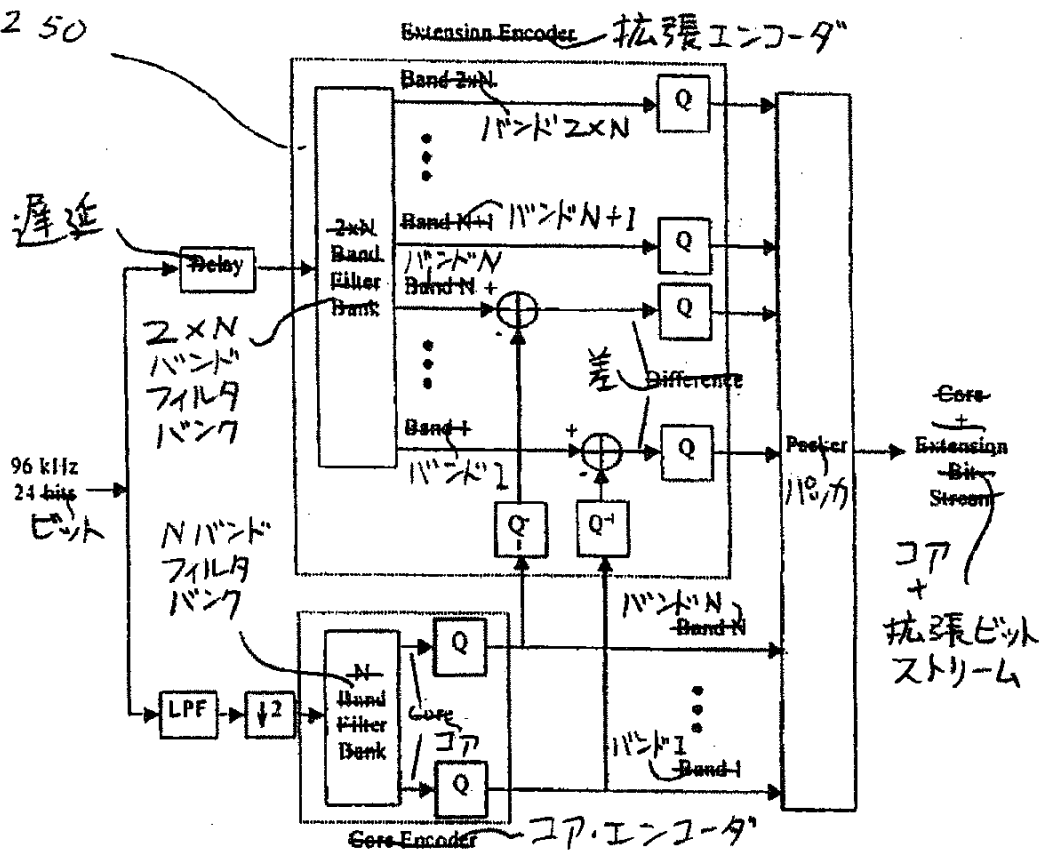


FIG. 22a

【図22b】

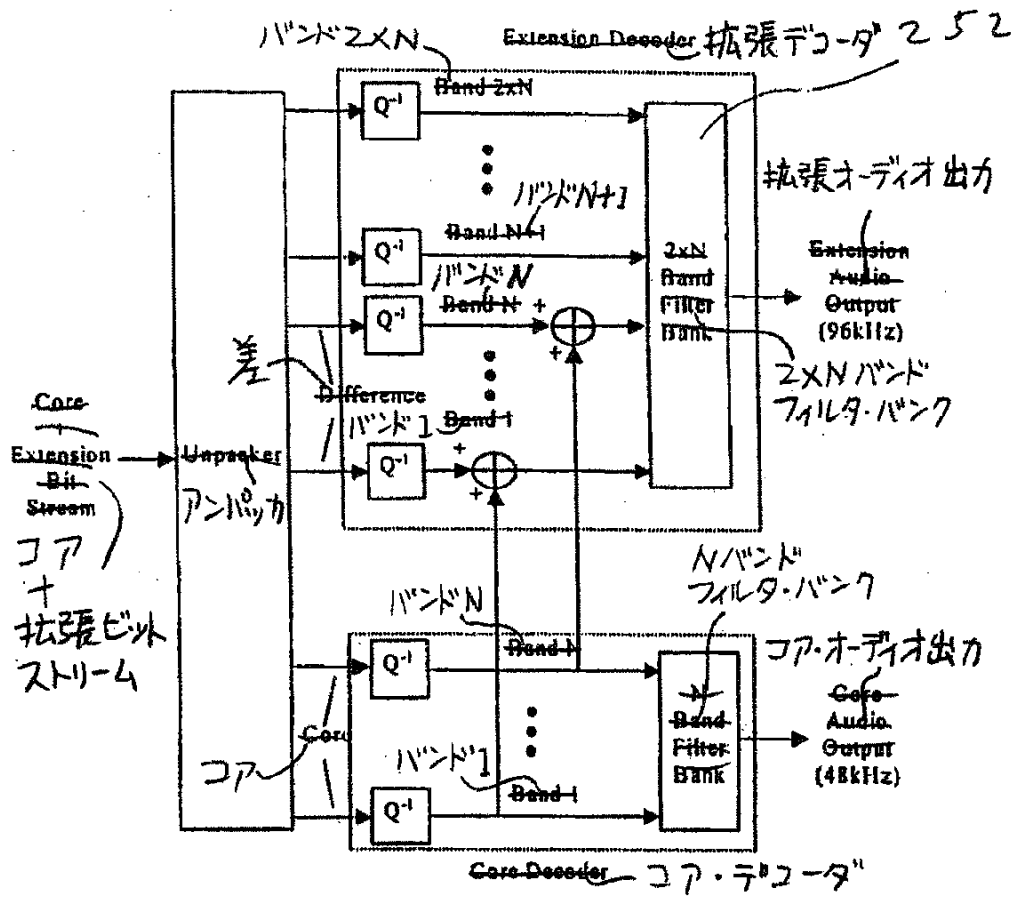


FIG. 22b

【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成13年6月6日(2001. 6. 6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するためのマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅よりも小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有するコア・エンコーダと、

前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有する拡張エンコーダと、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングし、前記コア・エンコーダの前記オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーション・ローパス・フィルタ(LPF)(140、202)と、

フィルタリングした前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートが前記コア・エンコーダに一致するコア信号を抽出するデシメータ(142、204)であって、前記コア・エンコーダが前記コア信号をコア・ビットにコード化する、デシメータと、

前記コア・ビットをデコードして再構築されたコア信号を形成するコア・デコーダ(24)と、

前記再構築されたコア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングする補間器(116)と、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間

エイリアシングを除去する補間LPF（118）と、

フィルタリングした前記信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して差信号を形成する加算ノードであって、前記拡張エンコーダが、前記差信号を拡張ビットにコード化する、加算ノードと

を備えるマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項2】 前記コア・ビットが、前記再構築されたコア信号に関してそのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたって前記ノイズ・フロアを更に精製し、前記拡張エンコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に対するノイズ・フロアを定義する、請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項3】 前記コア・ビットが、前記再構築されたコア信号に関してそのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを定義し、前記拡張ビットが、前記デシメーションLPFの遷移帯域幅付近およびそれを超える周波数で割り振られ、前記拡張エンコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する、請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項4】 既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するためのマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅よりも小さいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有するコア・エンコーダと、

前記デジタル・オーディオ信号のサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅に等しいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有する拡張エンコーダと、

前記デジタル・オーディオ信号をフィルタリングして、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するデシメーションローパス・フィルタ（LPF）（140、202）であって、前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅あたりで遷移帯域幅を有するデシメーションローパス・フィルタと、

フィルタリングした前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング

・レートが前記コア・エンコーダに一致するコア信号を抽出するデシメータ（142、204）であって、前記コア・エンコーダが前記コア信号をコア・ビットにコード化する、デシメータと、

前記コア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングして、再構築されたコア信号を形成する補間器（116）と、

前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去する補間LPF（118）と、

フィルタリングした前記信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して差信号を形成する加算ノードであって、前記拡張エンコーダが、前記差信号を拡張ビットにエンコードし、エンコードされた前記信号の周波数範囲を拡張するために前記遷移帯域幅以上のビットを割り振る加算ノードと

を備えるマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項5】 既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するためのマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

オーディオ帯域幅にわたって前記デジタル・オーディオ信号からコア信号を抽出してコア・ビットにコード化するコア・エンコーダであって、前記コア信号をN個の副帯域に分解するN帯域フィルタ・バンク（208）、および前記コア・ビットを生成するN副帯域コーダ（206、210）、前記N副帯域のサンプルを再構築して、再構築されたコア信号を形成するN副帯域デコーダ（212）を含むコア・エンコーダと、

前記再構築されたコア信号および前記デジタル・オーディオ信号から差信号を変換または副帯域領域において形成する加算ノードと、

前記差信号を拡張ビットにコード化する拡張エンコーダであって、前記コア・エンコーダとそのオーディオ帯域幅にわたって一致する拡張エンコーダとを備え、該拡張エンコーダは、

前記デジタル・オーディオ信号を低部帯域と上部帯域とに分割する2帯域フィルタ・バンク（216）と、

前記低部帯域の前記デジタル・オーディオ信号をN個の副帯域に分解する前記

コア・エンコーダのフィルタ・バンクと等価のN帯域フィルタ・バンク(218)であって、前記加算ノードが、前記拡張エンコーダ内に存在し、再構築された前記N副帯域のサンプルを前記デジタル・オーディオ信号のN個の副帯域からそれぞれに減算して、N個の差副帯域を形成するN副帯域ノードを備える、N帯域フィルタ・バンクと、

前記N個の差副帯域をコード化して前記低部帯域拡張ビットを形成するN副帯域コード(222)と、

前記上部帯域の前記デジタル・オーディオ信号をM個の副帯域に分解するM帯域フィルタ・バンク(226)と、

前記M個の副帯域をコード化して前記上部帯域拡張ビットを形成するM副帯域・コード(228)と

を備えるマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項6】 既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するデジタル・オーディオ信号をコード化するためのマルチチャネル・オーディオ・エンコーダであって、

オーディオ帯域幅にわたって前記デジタル・オーディオ信号からコア信号を抽出してコア・ビットにコード化するコア・エンコーダであって、前記コア信号をN個の副帯域に分解するN帯域フィルタ・バンク(208)、および前記コア・ビットを生成するN副帯域コード(206、210)、前記N副帯域のサンプルを再構築して、再構築されたコア信号を形成するN副帯域デコーダ(212)を含むコア・エンコーダと、

前記再構築されたコア信号および前記デジタル・オーディオ信号から差信号を変換または副帯域領域において形成する加算ノードと、

前記差信号を拡張ビットにエンコードする拡張エンコーダであって、前記コア・エンコーダとそのオーディオ帯域幅にわたって一致する拡張エンコーダとを備え、前記拡張エンコーダは、

前記デジタル・オーディオ信号をN個の低部副帯域とM個の上部副帯域に分解するL帯域フィルタ・バンク(250)であって、そのフィルタ特性が、前記N帯域フィルタ・バンクのフィルタ特性とそのN個の低部副帯域にわたって整合し

、前記加算ノードが、前記拡張コーダ内に存在し、再構築されたN副帯域のサンプルを前記デジタル・オーディオ信号のN個の副帯域からそれぞれに減算してN個の差副帯域を形成するN副帯域ノードを含む、L帯域フィルタ・バンクと、

前記N個の差副帯域をコード化して前記低部帯域拡張ビットを形成するN副帯域コード(222)と、

前記M個の副帯域をコード化して前記上部帯域拡張ビットを形成するM副帯域・コード(228)と

を備える、マルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項7】 各オーディオ・チャネルが既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有する、ビット・ストリームから複数のオーディオ・チャネルを再構築するためのマルチチャネル・ブラックボックス・オーディオ・デコーダであって、

一度に1つのフレームずつ前記ビット・ストリームを読み込んで記憶するアンパッカであって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビットを有するコア・フィールドと、同期ワードおよび拡張ビットを有する拡張フィールドとを含むものであり、前記コア・ビットを抽出し、前記同期語を検出し、前記拡張ビットを抽出して分離するアンパッカと、

前記コア・ビットをデコードして、再構築されたコア信号を形成するコア・デコーダと、

前記拡張ビットをデコードして、再構築された差信号を形成する拡張デコーダであって、前記コア・デコーダよりも大きいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅を有する拡張デコーダと、

前記再構築されたコア信号を前記拡張エンコーダのサンプリング・レートにアップサンプリングする補間器(130)と、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを減衰させるローパス・フィルタ(132)と、

前記再構築された差オーディオ信号を前記再構築されたコア・オーディオ信号に加算して、前記再構築されたコア・オーディオ信号の忠実度を向上させ、そのオーディオ帯域幅を拡張する加算ノードと

を備えるオーディオ・デコーダ。

【請求項8】 各オーディオ・チャンネルが既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有する、ビット・ストリーム(40)から複数のオーディオ・チャンネルを再構築するためのマルチチャンネル・オープンボックス・オーディオ・デコーダであって、

一度に1つのフレーム(54)ずつビット・ストリームを読み込み記憶するアンパッカ(230)であって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(61)を有するコア・フィールド(56)と、同期ワードおよび拡張ビットを有する拡張フィールド(58)とを含み、前記コア・ビットを抽出し、前記同期ワード(60)を検出して、その拡張ビットを抽出して分離するアンパッカ(230)と、

前記コア・ビットをNコア副帯域信号にデコードするNコア副帯域デコーダ(232)と、

前記拡張ビットを低部N拡張副帯域信号にデコードするN拡張副帯域デコーダ(240)と、

前記拡張ビットを上部M拡張副帯域信号にデコードするM拡張副帯域デコーダ(244)と、

前記Nコア副帯域信号を前記それぞれのN拡張副帯域信号に加算してN合成副帯域信号を形成するN加算ノードと、

前記N合成副帯域信号と前記M拡張副帯域信号を合成してマルチチャンネル・オーディオ信号を再生するフィルタ(242、246、248)と

を備えるオーディオ・デコーダ。

【請求項9】 前記フィルタは、低部N帯域が前記Nコア副帯域デコーダとコンパチブルである単一のM+N帯域フィルタバンク(242)である、請求項8に記載のマルチチャンネル・オーディオ・デコーダ。

【請求項10】 前記フィルタが、

前記Nコア副帯域デコーダとコンパチブルであり、前記N合成副帯域信号を合成するN帯域フィルタ・バンクと、

前記M拡張副帯域信号を合成するM帯域フィルタ・バンク(246)と、

前記N帯域フィルタ・バンクと前記M帯域フィルタ・バンクの出力を組み合わせ、前記マルチチャネル・オーディオ信号を再構築する2帯域フィルタ・バンク(248)と

を備える、請求項8に記載のマルチチャネル・オーディオ・デコーダ。

【請求項11】 或るオーディオ帯域幅およびサンプル分解能までコア信号を再構築できる第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースと、より大きなオーディオ帯域幅を有する第2世代のオーディオ・デコーダの発展したベースとともに使用する製品であって、

前記第1世代のオーディオ・デコーダおよび前記第2世代のオーディオ・デコーダとともに使用するポータブルの機械読み取り可能な記憶媒体と、

コア・プラス拡張フォーマットで前記記憶媒体に書き込まれたマルチチャネル・オーディオ信号を表す単一デジタル・ビット・ストリーム(40)であって、一連の同期されたフレーム(54)を含み、前記フレームのそれぞれが、コア・ビット(20)の直前にコア同期ワード(61)を有するコア・フィールド(56)と、拡張ビット(38)の直前に拡張同期ワード(60)を有する拡張フィールド(58)とを含む、ビット・ストリームと、

前記第1世代のオーディオ・デコーダのオーディオ帯域幅にわたって再構築されたコア信号に関するノイズ・フロアを定義する前記一連のコア・ビットと、

前記コア・エンコーダのオーディオ帯域幅にわたってノイズ・フロアを更に改善し、前記第2世代のオーディオ・デコーダのオーディオ帯域幅の残りの部分に関するノイズ・フロアを定義する前記一連の拡張ビットと、

を備える製品。

【請求項12】 一連の同期されたフレームを含む搬送波で実施されるデジタル・オーディオ信号であって、前記フレームのそれぞれが、或るオーディオ帯域幅およびあるサンプル分解能までのコア信号を表すコア・ビットを有するコア・フィールドと、前記オーディオ帯域幅を拡張しかつ／または前記コア信号の前記サンプル分解能を高める拡張オーディオ信号を表す拡張ビットおよび拡張同期ワードを有する拡張フィールドとを備える、デジタル・オーディオ信号。

【請求項13】 前記デジタル・オーディオ信号が唯一の前記一連の同期さ

れたフレームを含む、請求項12に記載のデジタル・オーディオ信号。

【請求項14】 前記コア・フィールドの各々がコア同期ワードを含む、請求項12に記載のデジタル・オーディオ信号。

【請求項15】 第2世代のオーディオ・デコーダにより高品質のサウンド再生を提供しながらも、第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースとの互換性を維持する、既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するマルチチャネル・デジタル・オーディオ信号をエンコードする方法であって、

前記デジタル・オーディオ信号をローパス・フィルタリングして、コア・オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するステップと、

フィルタリングした前記信号をダウンサンプリングして、そのサンプリング・レートがコア・サンプリング・レートに一致するコア信号を抽出するステップと

、
前記第1世代のオーディオ・デコーダに適合する様式で、前記コア信号を、前記デジタル・オーディオ信号のコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅より小さいコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅で、エイリアシング折り返し無しに、コア・ビットにエンコードするステップと、

第1世代のオーディオ・デコーダを使用して前記コア・ビットをデコードして、再構築されたコア信号を形成するステップと、

前記再構築されたコア信号を拡張サンプリング・レートにアップサンプリングするステップと、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をローパス・フィルタリングして補間エイリアシングを除去するステップと、

フィルタリングした前記再構築されたコア信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して差信号を形成するステップと、

前記差信号を、前記デジタル・オーディオ信号の拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅に等しい拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅でコード化するステップと、

コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをビット・ストリームにパックするステップであって、前記第1世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットを抽出しデコードしてオーディオ信号を再生することができ、前記第2世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットならびに前記拡張ビットを抽出してより高品質のオーディオ信号を再生することができる、ステップと

を備える方法。

【請求項16】 第2世代のオーディオ・デコーダで高品質のサウンド再生を提供しながらも、第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースとの互換性を維持する、既知のサンプリング・レートでサンプリングされ且つオーディオ帯域幅を有するマルチチャネル・デジタル・オーディオ信号をエンコードする方法であって、

前記デジタル・オーディオ信号をローパス・フィルタリングしてコア・オーディオ帯域幅を超える信号成分を除去するステップであって、このフィルタリングは、前記コア・オーディオ帯域幅のあたりで遷移帯域幅を示す、ステップと、

フィルタリングした前記信号をダウン・サンプリングして、そのサンプリング・レートがコア・サンプリング・レートに一致するコア信号を抽出するステップと、

前記第1世代のオーディオ・デコーダに適合する形で、前記コア信号を、前記デジタル・オーディオ信号のコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅より小さいコア・サンプリング・レートおよびコア・オーディオ帯域幅で、エイリアシング折り返し無しに、コード化するステップと、

前記コア信号を拡張サンプリング・レートにアップサンプリングして、再構築されたコア信号を形成するステップと、

前記再構築されたコア信号をフィルタリングして補間エイリアシングを除去するステップと、

フィルタリングした前記信号を前記デジタル・オーディオ信号から減算して差信号を形成するステップと、

前記差信号を、前記デジタル・オーディオ信号の拡張サンプリング・レートお

よび拡張オーディオ帯域幅に等しい拡張サンプリング・レートおよび拡張オーディオ帯域幅で拡張ビットにコード化するステップであって、前記拡張ビットは、エンコードされたオーディオ信号の周波数範囲を拡張するために前記遷移帯域幅以上に割り振られる、ステップと、

コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをビット・ストリームにパックするステップであって、前記第1世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットを抽出しデコードしてオーディオ信号を再生することができ、前記第2世代のオーディオ・デコーダが前記コア・ビットならびに前記拡張ビットを抽出してより高品質のオーディオ信号を再生することができる、ステップと

を備える方法。

【請求項17】 マルチチャネル・オーディオ信号を再構築する方法であって、

一連のエンコードされたフレームを受信するステップであって、前記フレームのそれぞれが、コア・ビットの直前にコア同期ワードを有するコア・フィールドと、拡張ビットの直前に拡張同期ワードを有する拡張フィールドとを含む、ステップと、

前記コア同期ワードを検出してコア・ビットを抽出し、それを再構築されたコア信号にデコードするステップと、

前記拡張同期ワードを検出して拡張ビットを抽出し、それを、前記コア・ビットよりも大きいサンプリング・レートおよびオーディオ帯域幅で、再構築された差信号にデコードするステップと、

前記再構築されたコア信号を前記再構築された差信号のサンプリング・レートにアップサンプリングするステップと、

アップサンプリングした前記再構築されたコア信号をローパス・フィルタリングして補間エイリアシングを減衰させるステップと、

フィルタリングしアップサンプリングした前記再構築されたコア信号と前記再構築された差信号を加算して、前記マルチチャネル・オーディオ信号を再構築するステップと

を備える方法。

【請求項18】 前記エンコーダが、第2世代のオーディオ・デコーダで高品質のサウンド再生を提供するようにしながらも、第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースとの互換性を維持し、前記コア・デコーダが、前記第1世代のオーディオ・デコーダのうちの1つを含み、前記コア・エンコーダが、前記第1世代のデコーダと互換性を有する、請求項1に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項19】 コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをビット・ストリームにパックするパッカを更に備え、第1世代のオーディオ・デコーダはコア・ビットを抽出およびデコードしてオーディオ信号を再生することができ、第2世代のオーディオ・デコーダは前記コア・ビットならびに拡張ビットを抽出してより高品質のオーディオ信号を再生することができる、請求項18に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項20】 前記エンコーダが、第2世代のオーディオ・デコーダで高品質のサウンド再生を提供するようにしながらも、第1世代のオーディオ・デコーダの既存のベースとの互換性を維持し、前記コア・デコーダが、前記第1世代のオーディオ・デコーダのうちの1つを含み、前記コア・エンコーダが、前記第1世代のデコーダと互換性を有する、請求項4に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【請求項21】 コア・プラス拡張フォーマットで前記コア・ビットおよび前記拡張ビットをビット・ストリームにパックするパッカを更に備え、第1世代のオーディオ・デコーダはコア・ビットを抽出およびデコードしてオーディオ信号を再生することができ、第2世代のオーディオ・デコーダは前記コア・ビットならびに拡張ビットを抽出してより高品質のオーディオ信号を再生することができる、請求項20に記載のマルチチャネル・オーディオ・エンコーダ。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/16681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) : G10L 21/04

US CL : 704/ 590-594

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minkown documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 704/ 500

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EAST, WEST

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4,860,312 A (VAN DEN HEUVEL et al.) 22 August 1989 Fig.1,2	1-22,26-30,35-45
Y	US 4,354,057 A (ATAL) 12 October 1982 Col.2-4	1-22,26-30,35-45
Y	US Re.32,124 A (ATALI) 22 April 1986 Fig.1	1-22, 26-30, 35-45
Y	US 4,554,670 A (AIKO et al.) 19 November 1985 Fig. 3-5	1-22, 26-30, 35-45

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

Special categories of cited documents:	
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*T* later document published after the international filing date or priority date and not to conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
B earlier document published on or after the international filing date	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 JULY 2000

Date of mailing of the international search report

28 AUG 2000

 Name and mailing address of the ISA/US
 Commissioner of Patents and Trademarks
 Box PCT
 Washington, D.C. 20231
 Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

DAVID HUDSPETH

Telephone No. (703) 306-4825

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998) *